

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки – Нефтегазовое дело
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение нефтегазового дела

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Совершенствование циркуляционных систем буровых установок

УДК 622.242.6-045.85

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ82	Леонов Владимир Олегович		15.06.2020

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения нефтегазового дела	Минаев К.М.	к.х.н.		18.06.2020

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения нефтегазового дела	Романюк В.Б.	к.э.н.		17.06.2020

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент отделения общетехнических дисциплин	Черемискина М.С.	—		17.06.2020

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения нефтегазового дела	Минаев К.М.	к.х.н.		19.06.2020

Томск 2020 г.

Планируемые результаты обучения по ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Применять базовые естественнонаучные, социально-экономические, правовые и специальные знания в области нефтегазового дела, для решения <i>прикладных междисциплинарных задач и инженерных проблем</i> , соответствующих профилю подготовки (в нефтегазовом секторе экономики), самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.
P2	Планировать и проводить аналитические и экспериментальные <i>исследования</i> с использованием новейших достижений науки и техники, уметь критически оценивать результаты и делать выводы, полученные в <i>сложных и неопределённых условиях</i> ; использовать <i>принципы изобретательства, правовые основы в области интеллектуальной собственности</i> .
P3	Проявлять профессиональную <i>осведомленность о передовых знаниях и открытиях</i> в области нефтегазовых технологий с учетом <i>передового отечественного и зарубежного опыта</i> ; использовать <i>инновационный подход</i> при разработке новых идей и методов <i>проектирования</i> объектов нефтегазового комплекса для <i>решения инженерных задач развития</i> нефтегазовых технологий, <i>модернизации и усовершенствования</i> нефтегазового производства.
P4	<i>Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современные машины и механизмы</i> для реализации технологических процессов нефтегазовой области, обеспечивать их <i>высокую эффективность</i> , соблюдать правила <i>охраны здоровья и безопасности труда</i> , выполнять требования по <i>защите окружающей среды</i> .
P5	Быстро ориентироваться и выбирать <i>оптимальные решения</i> в <i>многофакторных ситуациях</i> , владеть методами и средствами <i>математического моделирования</i> технологических процессов и объектов.
P6	Эффективно использовать любой имеющийся арсенал технических средств для максимального приближения к поставленным производственным целям при <i>разработке и реализации проектов</i> , проводить <i>экономический анализ затрат, маркетинговые исследования, рассчитывать экономическую эффективность</i> .
P7	Эффективно работать <i>индивидуально</i> , в качестве <i>члена и руководителя команды</i> , умение формировать задания и <i>оперативные планы</i> всех видов деятельности, распределять обязанности членов команды, готовность нести <i>ответственность за результаты работы</i> .
P8	Самостоятельно учиться и непрерывно <i>повышать квалификацию</i> в течение всего периода профессиональной деятельности; активно <i>владеть иностранным языком</i> на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде, разрабатывать документацию и защищать результаты инженерной деятельности.
P9	Разрабатывать и внедрять инновационные решения при строительстве скважин.
P10	Обеспечивать технологический контроль и управление процессом бурения скважин.
P11	Разрабатывать проектную документацию на строительство скважин в осложненных горно-геологических условиях.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа природных ресурсов
Направление подготовки (специальность) – Нефтегазовое дело
Отделение школы (НОЦ) – Отделение нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
2БМ82	Леонову Владимиру Олеговичу

Тема работы:

Совершенствование циркуляционных систем буровых установок	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	28.02.2020, № 59-113/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	19.06.2020
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Разработка рекомендаций по совершенствованию циркуляционной системы буровой установки. Проведение анализа комплектующего оборудования циркуляционных систем отечественного и зарубежного производства.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в</i>	1. Проведение литературного обзора с целью выяснения достижений науки и техники в рассматриваемой области;

<i>рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	2. Анализ проблем циркуляционной системы на примере буровой установки Уралмаш 3000 ЭУК-1М; 3. Разработка рекомендаций по устранению проблем циркуляционной системы на примере буровой установки Уралмаш 3000 ЭУК-1М; 4. Финансовый менеджмент; 5. Социальная ответственность; 6. Перевод одной из основных частей литературного обзора на английский язык;
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	Необходимость в графических материалах отсутствует
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент отделения нефтегазового дела, к.э.н., Романюк В.Б.
Социальная ответственность	Ассистент отделения общетехнических дисциплин Черемискина М.С.
Часть на иностранном языке	Доцент отделения иностранных языков, к.п.н., Гутарева Н.Ю.
Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:	
Development of perfect circulating systems drilling device	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	11.02.2020
---	------------

Задание выдал руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения нефтегазового дела	Минаев К.М.	к.х.н.		11.02.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ82	Леонов Владимир Олегович		11.02.2020

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
2БМ82	Леонову Владимиру Олеговичу

Школа	ИШПР	Отделение	Нефтегазового дела
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	21.04.01 «Нефтегазовое дело»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих.	1. Оценка затрат на оборудование для циркуляционной системы сервисное обслуживание. 2. ТУ 14-161-163-96 3. Налоговый кодекс РФ
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов.	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования.	
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.	Оценка перспективности использования нового оборудования для циркуляционной системы предоставляемого заводами изготовителями.
2. Планирование и формирование график научных начно-исследовательской работы.	Составление плана проекта с учетом необходимых временных, трудовых затрат и соответствующих рисков
3. Планирование и формирование бюджета научно-исследовательской работы	Оценка эффективности применения нового оборудования для циркуляционной системы буровой установки отечественных производителей по сравнению с зарубежными аналогами.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. Матрица SWOT 2. Линейный календарный график проведения НИИ	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	11.02.2020
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения нефтегазового дела	Романюк В.Б.	к.э.н.		11.02.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ82	Леонов Владимир Олегович		11.02.2020

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2БМ82	Леонову Владимиру Олеговичу

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение (НОЦ)	Отделение нефтегазового дела
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	21.04.01 Нефтегазовое дело

Тема ВКР:

Совершенствование циркуляционных систем буровых установок	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объект исследования - Циркуляционная система которая предназначена для подачи бурового раствора от устья скважины к приемным емкостям, очистки его от выбуренной породы и дегазации. Область применения – бурение нефтяных и газовых скважин.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	- Трудовой кодекс РФ; -ГОСТ 12.2.049-80. Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие эргономические требования.
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных факторов 2.2. Анализ выявленных опасных факторов	Анализ выявленных вредных и опасных факторов, действующих на работника в процессе работы на буровой установке: -Повышенный уровень шума на рабочем месте; -Повышенная вибрация на рабочем месте; -Экстремально низкие температуры; -Движущиеся машины и механизмы; -Повышенное или пониженное давление жидкости в сосудах, трубопроводах.
3. Экологическая безопасность: - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); -анализ воздействия объекта на литосферу (розливы).	– Загрязнение атмосферного воздуха вследствие выбросов выхлопных газов; -Загрязнение окружающей среды в связи с разливами технологических жидкостей.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: Перечень возможных ЧС при неправильных действиях персонала- работников или при неисправном оборудовании буровой установки.	– Газонефтеводопроявления; – Прихват инструмента в скважине; – Пожары; – Взрывы; – Открытые фонтаны; – Отрыв инструмента в скважине.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	11.02.2020
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна	-		11.02.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ82	Леонов Владимир Олегович		11.02.2020

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки (специальность) – Нефтегазовое дело
 Уровень образования – Магистратура
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение нефтегазового дела
 Период выполнения – осенний / весенний семестр 2019 /2020 учебного года

Форма представления работы:

Магистерская диссертация
(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы	19.06.2020
---	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
11 февраля 2020	1. Проведение литературного обзора	20
10 марта 2020	2. Проведение анализа проблем циркуляционной системы на примере буровой установки Уралмаш 3000 ЭУК-1М;	25
15 апреля 2020	3. Разработка рекомендаций по устранению проблем циркуляционной системы на примере буровой установки Уралмаш 3000 ЭУК-1М	40
15 июня 2020	4. Предварительная защита диссертации	5

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения нефтегазового дела	Минаев К.М.	к.х.н.		18.06.2020

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения нефтегазового дела	Минаев К.М.	к.х.н.		19.06.2020

Реферат

Магистерская диссертация содержит 129 страниц, 55 рисунков, 27 таблиц, 31 источника.

Ключевые слова: буровой раствор, оборудование для системы очистки бурового раствора, циркуляционная система, бурение скважин, шлам.

Объектами исследования являются система очистки бурового раствора

Цель работы – разработка рекомендаций к совершенствованию циркуляционных систем буровых установок.

Определения

Блок циркуляционной системы – составляющая часть циркуляционной системы, предназначенная для выполнения определенной функции (приготовление, хранение или очистка раствора и т.д.).

Бурение – процесс сооружения горной выработки цилиндрической формы - скважины, шпура или шахтного ствола - путём разрушения горных пород на забое.

Буровая промывочная жидкость – многокомпонентная смесь, используемая для очистки ствола и забоя скважины от выбуренной горной породы, синоним термина «буровой раствор».

Буровой раствор – многокомпонентная жидкость, используемая в первую очередь для очистки забоя и ствола скважины от выбуренной горной породы, а также для выполнения множества других функций.

Вибрационное сито – устройство ускоряющее процесс очистки бурового раствора за счет вибраций.

Газовый сепаратор – устройство для удаления газа из бурового раствора за счет использования экранного и центробежного способов разрушения пузырьков газа.

Гидроциклон – устройство для очистки бурового раствора от тонкодисперсного шлама за счет центробежного эффекта.

Дегазатор – устройство для удаления газа из бурового раствора за счет использования барометрического способа разрушения пузырьков газа.

Диспергатор – устройство для дополнительного измельчения глины при приготовлении бурового раствора, основанное на соударении двух противоположно направленных струй.

Илоотделитель – тип гидроциклона для удаления из раствора частиц шлама до 0,03...0,05 мм.

Мерник – емкость для бурового раствора, в которой он может храниться, перемешиваться и из которой он подается с помощью насосов в скважину.

Мешалка – устройство для приготовления бурового раствора.

Пескоотделитель – тип гидроциклона для удаления из раствора частиц шлама до 0,08...0,09 мм.

Перемешиватель – устройство для перемешивания бурового раствора, располагающееся в мерниках.

Скважина – цилиндрическая горная выработка в земной коре, сооружаемая без доступа в нее человека, которая характеризуется относительно небольшим диаметром по сравнению с ее длиной.

Уровнемер – прибор для промышленного измерения или контроля уровня жидкости и сыпучих веществ в резервуарах, хранилищах, технологических аппаратах и т.п.

Фильтр-пресс – устройство, предназначенное для тонкой очистки технологических жидкостей, используемых при вторичном вскрытии и ремонте нефтяных и газовых скважин

Центрифуга – аппарат для удаления из бурового раствора шлама с размером частиц до 0,01...0,002 мм за счет использования центробежного эффекта.

Цех – основное подразделение производственного предприятия, вырабатывающее полуфабрикаты или конечную продукцию, осуществляющее обособленную часть технологического цикла изготовления продукции.

Циркуляционная система – комплекс механизмов и оборудования, включаемый в состав комплекта буровой установки и предназначенный для приготовления, хранения и очистки бурового раствора, а также для выполнения множества других функций.

Шлам – частицы горной породы различной дисперсности, являющиеся результатом её разрушения.

Шламовый амбар – сооружение, образованное в результате проведения земляных работ, используемое для сброса и хранения выбуренного шлама и бурового раствора до момента их утилизации.

Шламовый насос – устройство, предназначенное для перекачки гидросмесей с мелкой твердой фракцией, в том числе бурового раствора

Содержание

Введение.....	14
1.Функции циркуляционных систем и предъявляемые к ним требования.....	16
1.1 Классификации циркуляционных систем.....	17
2. Оборудование циркуляционных систем.....	20
3.Оборудование системы очистки бурового раствора.....	20
3.1.1 Вибрационные сита.....	21
3.1.2 Пескоотделители и илоотделители.....	27
3.1.3 Центрифуги.....	31
3.1.4 Дегазаторы и газосепараторы.....	36
3.1.5 Шнековый конвейер.....	41
3.2 Блок приготовления, обработки и хранения бурового раствора.....	42
3.3 Насосный блок.....	49
3.4 Технологические новинки оборудования циркуляционной системы.....	64
4. Проблемы, связанные с циркуляционной системой буровой установки.....	71
5. Рекомендации по совершенствованию циркуляционной системы буровой установки Уралмаш 3000 ЭУК -1М.....	75
5.1 Моральная устарелость оборудования.....	75
5.2 Сооружение площадки под химические реагенты.....	81
5.3 Неотлаженная совместная работа горизонтальных шламовых насосов.....	83
5.4 Шнековый конвейер.....	84
5.5 Экологическая опасность работы циркуляционной системы.....	86
5.6 Обновленная циркуляционная система буровой установки.....	87
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение...	91
6.1 SWOT анализ.....	91
6.2 Составление графика проведения научного исследования.....	95
6.3 Капитальные затраты.....	98

6.3.1 Затраты на покупку оборудования.....	98
6.4. Формирование бюджетного фонда.....	99
6.4.1 Расчет амортизации.....	99
6.5 Оценка экономического эффекта.....	99
7. Социальная ответственность.....	102
7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	102
7.2 Производственная безопасность.....	103
7.3 Анализ выявленных вредных факторов.....	104
7.4 Анализ выявленных опасных факторов.....	106
7.5 Экологическая безопасность.....	108
7.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	109
Заключение.....	112
Список литературы.....	113
Приложение А.....	116

Введение

В бытности Российской Федерации в последние годы топливно-энергетический комплекс играет одну из важнейших ролей. Особенное место в нем отводится нефтегазодобывающей промышленности.

Даже в условиях финансового кризиса, падения цен на нефть и уменьшения объемов строительства скважин, бурение будет оставаться актуальным на протяжении всего времени, пока будет вестись добыча углеводородов.

В XXI веке наука в бурении движется огромными темпами. Уровень производства работ 20-летней давности несравним с нынешним. Постоянно идет модернизация оборудования, буровые компании берут курс на повышении культуры производства, внедряют новые технологии, постепенно уменьшается доля ручного труда в общем объеме работ. Но некоторые проблемы остаются актуальными на протяжении многих лет.

Одной из таких проблем является несовершенство циркуляционных систем, применяемых, как в бурении, так и в капитальном ремонте скважин. Циркуляционные системы – эта та часть бурового оборудования, которой модернизация касается лишь частично. Производство циркуляционных систем и оборудования для очистки бурового раствора ведется отечественными производителями с 70-х годов XX века. А последний нормативный документ, предъявляющий требования к циркуляционным системам датируется 1989 годом (ГОСТ 16293-89). Учитывая ужесточенные в последние годы экологические и экономические нормы по отношению к производству буровых работ, актуальность проблемы совершенствования циркуляционных систем не вызывает вопросов.

В практической части работы предполагается предложить авторские решения по решению проблем связанных с несовершенством ЦС. Кроме того, будут предложены способы решения проблем, возникающих на отечественном рынке производителей ЦС.

Работа будет выполнена на основании знаний, полученных в процессе изучения специальных дисциплин. Будут проведены все необходимые экономические и технологические расчеты. Предполагается использование демонстрационного материала, а также реальных данных последних лет.

1. Функции циркуляционных систем и предъявляемые к ним требования.

Очистка ствола скважины – важнейший фактор, обеспечивающий успешное бурение и определяющий качество цементирования на заключительном этапе ее строительства [1]. Поэтому основные функции циркуляционной системы буровой установки должны быть на таком уровне, чтобы совместно с геолого-техническими условиями бурения достигалась цель максимально качественной очистки скважины от выбуренной породы и предупреждения возможных осложнений и аварий. Циркуляционная система представляет собой комплекс механизмов и оборудования, включаемый в состав комплекта буровой установки и предназначенный [2]:

- для приготовления и хранения бурового раствора заданной плотности и качества;
- подачи раствора в скважину;
- химической обработки бурового раствора;
- очистки бурового раствора от выбуренной породы;
- дегазации бурового раствора (при необходимости);
- долива раствора в скважину при подъеме труб;
- удаления шлама в отвал или на утилизацию.

В процессе углубления скважины в буровую промывочную жидкость попадает выбуренная порода - шлам (забойный обвальный), пластовый флюид жидкий (нефть, вода, конденсат) или газообразный (углеводородный газ, в том числе кислый), которые должны быть вовремя удалены. Присутствие в буровом растворе выбуренной породы оказывает вредоносное воздействие на его технологические качества и приводит к усилению негативных тенденций технико-экономических показателей бурения. Поэтому очистка буровой промывочной жидкости от твердых, жидких и газообразных частиц является очень важным технологическим процессом.

Для недопущения загрязнения экологической обстановки окружающей среды при строительстве скважины в конструкцию циркуляционной системы

включают устройства, недопускающие утечки технологической жидкости на землю и осуществляющие ее сбор и переработку.

При производстве работ по строительству скважины в водоохраных зонах, где сброс отходов в виде шлама с буровой установки должен быть полностью исключен, в состав циркуляционной системы включается система по очищению от выбуренной породы для выгрузки отходов при строительстве скважины в кузов спец. техники или промежуточный бункер с дальнейшим вывозом, утилизацией и переработкой.

В случае необходимости (в соответствии с требованиями природоохранных органов) качество очистки буровой промывочной жидкости доводится практически до технической воды за счет включения в состав циркуляционной системы специального блока коагуляции и флокуляции, работающего совместно с центрифугами [3].

При необходимости очистки промывочной жидкости от газообразного флюида, в состав циркуляционной системы включаются специальные устройства для очистки – сепараторы и дегазаторы. Помимо этого, ввиду сложившейся экономической обстановки, имеют место особые требования к экономической целесообразности использования данной циркуляционной системы. Также в новых циркуляционных системах большое значение имеют требования к поддержанию высоко уровня культуры производства и уровня труда.

1.1 Классификации циркуляционных систем.

Циркуляционные системы наиболее удобно классифицировать по функциональным и конструктивным признакам и по принадлежности к тому или иному типу буровых установок [3].

Классификация по принадлежности к типу буровой установки

1. Для кустового бурения – циркуляционные системы, выполненные в модульном исполнении на рельсовых опорах;
2. Для стационарных буровых установок – циркуляционные системы, выполненные на стационарных опорах;

3. Для мобильных установок – передвижные циркуляционные системы на колесном или гусеничном ходу, ЦС в блочно-модульном исполнении (отличаются от вышеуказанных меньшими габаритами).

Классификация по конструктивным признакам.

Данная классификация основывается на различии ЦС по способу транспортирования к месту использования, то есть на месторождение.

1. Крупноблочные;
2. Блочно-модульные;
3. Блочные.

Также циркуляционные системы подразделяются по монтажеспособности. Блочно-модульные ЦС проходят собираются на заводах с разводкой всех технологических трубопроводов и электрических коммуникаций с последующей стыковкой на быстро - разъемных соединениях, что дает меньше затрата времени при первичном и повторном монтажах на месте бурения.

В последние годы, в связи с повышенным вниманием к безопасности экологии при проведении буровых работ, а также при увеличении объемов бурения с платформ на море появилась новая классификация циркуляционных систем.

Классификация ЦС по способу утилизации отходов.

1. ЦС для бурения со шламовым амбаром – перед бурением проводятся земляные работы с целью оборудования шламового амбара, места, куда будет сбрасываться шлам и отработанный буровой раствор. После проведения буровых работ отходы утилизацию, иногда ША просто зарывается. Этот факт делает такие ЦС опасными для окружающей среды, так как буровой раствор представляет собой сложную физико-химическую смесь из различных веществ и химических реагентов, которые могут быть весьма токсичны.
2. ЦС для бурения без шламовых амбаров – применяется при бурении на море, а также в местах с особыми требованиями к охране окружающей среды. Но данные ЦС распространены слабо, так как при их использовании

необходимо дополнительное дорогостоящее оборудование, а также сама технология проведения обезвреживания и утилизации отходов не надежна и требует больших расходов.

В данном разделе были рассмотрены основные типы циркуляционных систем, а также критерии, по которым идет классификация самих ЦС, а также комплектующего оборудования.

2.Оборудование циркуляционных систем

Для правильного проектирования конструкции и комплектации циркуляционных систем специалисту необходимо хорошо знать перечень используемого оборудования. Он должен быть знаком с принципом и условиями работы всех механизмов, их достоинствами и недостатками в сравнении с другими. Кроме того, проектировщик должен знать основных производителей данного оборудования и следить за появлением новых технических и технологических решений на рынке.

Оборудование в циркуляционных системах применяется разнообразное, но его можно категорировать по функциональным блокам:

- Блок приготовления, обработки и хранения бурового раствора;
- Насосный блок;
- Блок очистки бурового раствора и утилизации шлама.

В данном разделе будут рассмотрены указанные блоки циркуляционных систем, состав их оборудования, описан принцип работы этого оборудования и охарактеризована его область применения.

3. Оборудование системы очистки бурового раствора.

Попадание шлама в буровой раствор приводит к следующим последствиям:

- снижение механической скорости бурения и проходки на долото;
- уменьшение долговечности работы гидрооборудования(буровых насосов, вертлюгов);
- высокая вероятность возникновения различных осложнений, аварий и др.

При увеличении количества твердой фазы на 1% в буровой промывочной жидкости снижается работоспособность долот на 7...10 % из-за насыщения его шламом (главным образом за счет роста вязкости).

В добавок ко всему этому если, добавить незапланированные вложения на регенерацию параметров буровой промывочной жидкости, вследствие обогащения ее выбуренной породы (разбавление водой, ввод реагентов - разжижителей и т.д.), то необходимость очистки промывочной жидкости от выбуренной породы должна обязательно производиться.

Важно выделить тот факт, что качественная очистка промывочной жидкости возможна только при искусственном усилении оседания выбуренной породы, что в свою очередь облегчает достижения при вибрирующих нагрузках.

3.1.1 Вибрационные сита.

Вибрационное сито — это основополагающее оборудование для первичной очистки промывочной жидкости, предназначенное для очистки от выбуренной породы при бурении скважины.

Оно очищает до 20% шлама размером более 75-100 мкм. Таким образом на вибросито приходится основная часть очистки технологической жидкости от выбуренной породы, в связи с этим в настоящее время вибросито является самым распространенным средством очистки бурового раствора и поэтому им стоит уделять особое внимание.

Принцип работы Вибрационных сит довольно таки несложен и заключается в следующих действиях: идущая по желобам промывочная жидкость из скважины поступает ровным потоком на кассеты, которые установлены на каркасной раме устройства. Выбуренная порода по кассетам сбрасывается за пределы вибрационного сита, а очищенная промывочная жидкость двигается дальше сквозь сетчатые отверстия на кассете и на

следующем этапе попадает в приемную емкость, которая расположена под вибрационными ситами.

Следуя из названия оборудования, главным производителем колебаний является вибродвигатель который установлен на раме вибросита.

Качество очистки промывочной жидкости в первую очередь зависит от размера установленных кассет на вибросите. Чем меньше размер ячейки на кассеты, лучше будет происходить очистка, если больше, то соответственно да, наоборот. Но есть одно, но при установке на вибросито кассет с маленьким размером, заметно уменьшается и пропускная способность, а также долговечность и происходят потери промывочной жидкости за счет перелива по ситам, что в свою очередь затратно сказывается на экономической стороне.

Выше перечисленные факторы, влияющие на пропускную способность, не являются основными и основополагающими, так же есть ряд других причин таких как: параметров промывочной жидкости, а конкретно ее вязкости, площади поверхности вибрационных кассет скорости промывки буровой промывочной жидкости и т.д.

Установка и натяжение кассеты является очень важным процессом так как напрямую влияет на долговечность работы. Поэтому не допускается к работе при ослабленных или не зафиксированных кассетах.

Принцип работы вибрационного сита показан на рисунке 1.

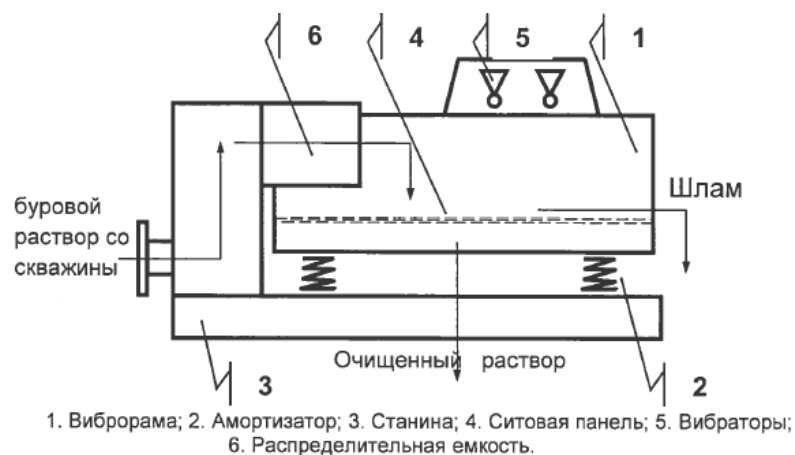


Рисунок 1 – Принцип работы вибрационного сита.

В настоящее время вибросита имеют порядка нескольких классификаций, а также подразделяются по следующим параметрам таким как тип кассет, которые установлены на вибросите. Кассеты существуют жёсткие каркасные и натяжные. Однако в пользу своей конструктивной особенности каркасные кассеты пользуются большим спросом по отношению к натяжным.

Важной конструктивной особенностью является их регулировка и прочность, в отличие от натяжных. Сила натяжения, которых задана заводом-производителем.

Классификация вибрационных сит в современной бытности подразделяется по типу вибрации:

- круговые вибросита, основополагающие в дальнейшем производстве вибросит с наименьшей гравитационной силой развивающейся в процессе работы;

- вибросито эллиптического типа, где центр вибрации поднят над рамой и противовесы на вибраторе применяются для создания эллиптического перемещения, меняющегося по интенсивности и форме по длине вибрационной рамы;

- Вибросито линейного типа, применяется с использованием двух вибродвигателей крутящихся в обратном направлении, формирующие силу, нацеленную вверх или вниз в момент, когда противовесы располагаются в вертикальном и горизонтальных положениях. Все выше перечисленные модификации имеют свои преимущества и недостатки.

Вибрационные сита с круговым движением развивают невысокие гравитационные силы и обладают большей транспортирующей возможностью, что положительно сказывается на удалении глинистых пород на верхних интервалах, понижая их влияние на поверхность кассеты, но ко всему этому они не могут похвастаться высокой осушающей способностью. Данный тип вибросит иногда используется для предварительной очистки раствора от

крупных глинистых пород, но большее распространение для этой цели приобрели транспортеры с вращающейся крупноячеистой сеткой. Вибросита с эллиптическим движением развивают повышенные гравитационные силы по сравнению с 1 типом и обладают меньшей транспортирующей способностью по сравнению с 1 и 3 типами. Они нашли применение при работе с утяжеленными растворами и в качестве осушающих сит для пульпы из-под гидроциклонов. Нужно заметить, что чем медленнее шлам удаляется с вибросита, тем интенсивнее происходит износ сеток. Вибросита с линейным движением наиболее универсальные, они демонстрируют повышенные гравитационные силы и относительно быструю транспортирующую способность, зависящую от угла наклона рамы и положения вибраторов. [4]

Круговые колебания можно получить установкой одного вибродвигателя в центре тяжести вибрационной рамы. При этом получаются равномерные гармоничные колебания во всех точках виброрама

По количеству уровней очистки различают одноуровневые, двухуровневые и трехуровневые вибрационные сита.

Самыми распространенными типами сит являются одноуровневые. Основное их преимущество - наглядность процесса очистки и удобный контроль степени износа сетки.

Двухуровневые сита применяют для увеличения площади просеивания бурового раствора, не увеличивая занимаемую оборудованием площадь.

Трехуровневые сита применяются и для увеличения площади просеивания, и для восстановления различных добавок в буровой раствор. При таком восстановлении обычно на первом уровне очистки происходит грубая очистка бурового раствора, на втором уровне - восстановление добавки с её возвратом в активную растворную систему, на третьем уровне происходит тонкая очистка бурового раствора. На всех трех уровнях устанавливаются сетки различного размера.

Вибросито работает в довольно тяжёлых условиях. Во-первых, на сетку и виброраму воздействует коррозионно-агрессивная жидкость, так как очищаемый раствор, поступающий из скважины, содержит множество коррозионно-агрессивных примесей, способствующих коррозии металла.

Во-вторых, по сетке течет глинистый раствор, который содержит большое количество твёрдых абразивных частиц, приводящих к гидроабразивному износу сетки. [5]

В-третьих, вибрация оказывает негативное воздействие на само вибросито, тем самым вызывая его быстрый выход из строя.

Далее будет произведен сравнительный анализ вибросит по типу колебаний.



Рисунок 2 – Вибросито с прямолинейным перемещением KTL-48.

Таблица 1 – Технические характеристики линейных вибросит.

Марка/производитель	Габаритные размеры, мм	Пропускная способность, л/с	Сила вибрации, G	Площадь рабочей поверхности, м ²	Страна производитель
GNZS752-EDM	1676×1728×1062	12.5	7,1	2,7	Китай и США
BWZS104G	2890×2715×1900	41	8,5	2,73	Китай
МК-700	2950×1750×1350	38	7,5	2.37	Россия

ALS-II	2960×1790×14 50	56,7	6,25	2,97	Зарубежное
ZS/Z-2	2936×1810×14 60	40	6,5	2,52	Китай

После проведения сравнительного анализа линейных вибросит, можно сделать вывод, что наибольший КПД будут иметь вибросита производства ALS-II исходя из их производительности 57, л/с.

Таблица 2 – Технические характеристики эллиптических вибросит.

Марка/производитель	Габаритные размеры, мм	Пропускная способность, л/с	Сила вибрации, G	Площадь рабочей поверхности, м ²	Страна производитель
Импульс	1700×1740×1150	45	7	2,6	Россия
Пульсар	3000×1700×1500	55	6	2,6	Россия
GNPS703	2720x1900x1335	41,6	7,3	2,6	Зарубежное
ВЕМ-3	2960×1790×1450	35	6,25	2,97	США

После проведения сравнительного анализа эллиптических вибросит, можно сделать вывод, что наибольший КПД будут иметь вибросита рабочей марки «Пульсар» исходя из их производительности 55 л/с.



Рисунок 3 – Ситогидроциклонный сепаратор (СГС)

Ситогидроциклонный сепаратор предназначен для очистки бурового раствора от выбуренной породы при бурении нефтяных и газовых скважин, а так же получения шлама пониженной влажности.

Ситогидроциклонные сепараторы поставляются на базе вибросит собственного производства ВСЛМ-01, СВ1ЛМ, СВ1ЛМ-02, СВЛК-1, СВЛК-2, СВЛК-3, а так же импортного производства SWACO, Derrick, Brandt и т.д. В зависимости от требуемой производительности над осушающими ситами устанавливаются ило- и пескоотделители следующих марок: ИГ-45М, ИГ-15М, ГЦК-360, ПГ-60/300 и т.д. Возможно применение гидроциклонов импортного производства. На рисунке 4 еще представлены вибрационные сита различных модификаций.

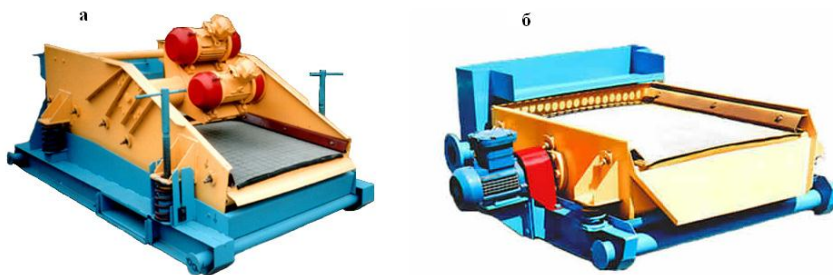


Рисунок 4 – Вибрационные сита:

а – СВ1ЛМ; б – ВСМ-01

3.1.2 Пескоотделители и илоотделители.

Предназначены для очистки бурового раствора от тонкодисперсного шлама размером $\geq 0,03$ мм за счет центробежного эффекта.

Изображенный на рисунке 5 гидроциклон конструктивной особенностью которого является зафиксированное неподвижно устройство, цилиндрическо-конической формы а также состоящий из патрубков подводимых предназначенных для подпитки сливного и пескового.

Промывочная жидкость, прошедшая очистку на вибрационном сите, по касательной поступает во внутрь устройства цилиндрической части гидроциклона, в следствии чего получается движение в виде вихря. В связи с действием центробежных сил частички выбуренной породы сдвигаются к

стенке гидроциклона и далее уже спускаются по конусу в патрубок песковой (на сброс). Очистивший от выбуренной породы промывочная жидкость поднимается вверх.

Это происходит, потому что вблизи оси гидроциклона центробежная сила настолько велика, что поток бурового раствора разрывается, образуя воздушный столб (разряжение), вдоль которого внутренний поток поднимается вверх и разгружается через сливной патрубок.

Процесс, который происходит в устройстве гидроциклона очень сложен, что в современной бытности до сих пор отсутствует математическая модель работы, а также в связи с этим и улучшить его технические показатели очень сложно.

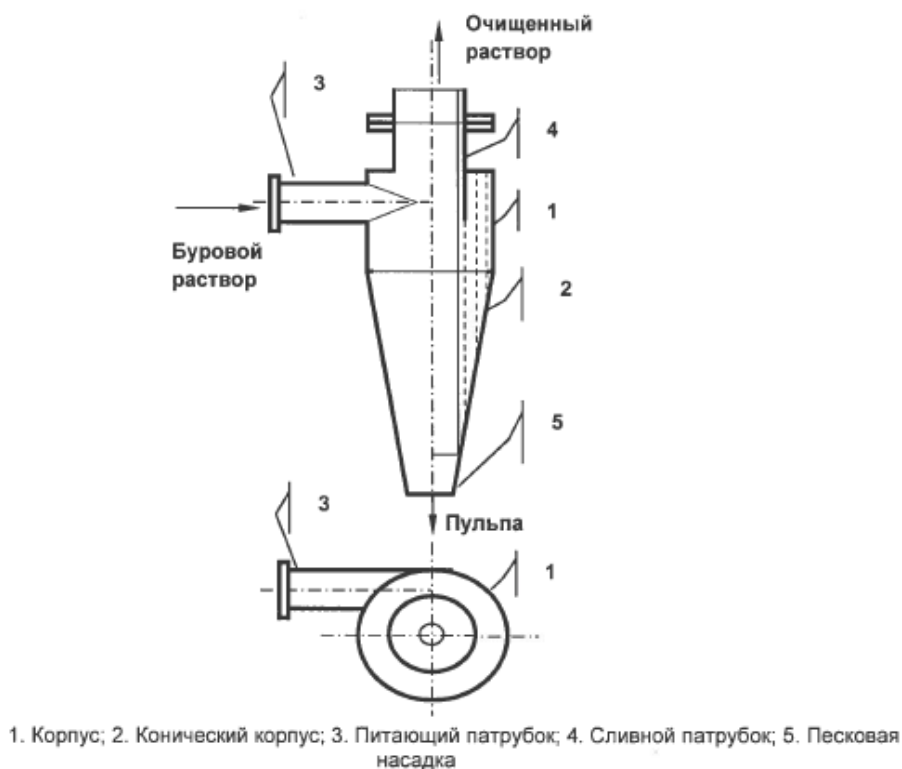


Рисунок 5 – Схема гидроциклона.

Пропускная способность устройства гидроциклона напрямую зависит от следующих причин: размеров самого гидроциклона, насадок, которые одеваются для регулирования выхода частиц выбуренной породы и самого давления при котором поступает промывочная жидкость.



Рисунок 6 – Пескоотделитель ПГ 60/300



Рисунок 7 – Пескоотделитель ИПС 2/300

Гидроциклоны подразделяется на несколько типов : пескоотделители и илиотделители. Так же особо важно сделать акцент на ситогидроциклонных сепараторах, особенность конструкции которых заключается в совмещенном виде вибросита и гидроциклона.



Рисунок 8 – Илоотделитель гидроциклонный ИГ 45М

Анализ гидроциклонов зарубежного и отечественного производства.

Рассмотрим по таблицам 3 и 4 основные характеристики пескоотделителей и илоотделителей и сделаем выводы.

Таблица 3 – Основные характеристики пескоотделителей.

Тип пескоотделительной установки, модель	Производительность л/с	Наименьший размер удаляемых частиц, мм	Диаметр циклона, мм	Количество циклонов	Рабочее давление, МПа	Габариты, мм			Вес, кг
						длина	ширина	высота	
ПГ-400	39	0,1	400	1	0,3	600	750	1260	300
SWACO D-Sander	66	0,04	250	2	0,4	1980	1200	800	470
ГЦК-360М	38	0,02	350	1	0,37	720	740	930	300
ПГ-60/300	40	0,075	310	2	0,29	1750	1180	1200	450
FORWARD LCS250	62	0,05	250	2	0,4	1400	1130	2100	350

Проанализировав таблицу 3 с основными характеристиками гидроциклонов пескоотделителей сделаем следующие выводы. Пескоотделительная установка марки «SWACO D-Sander» будет являться лучшей из представленных позиций. В первую очередь у нее самая высокая производительность, очень малый размер удаляемых частиц. Но так же и есть минус это большие габариты и вес.

Таблица 4 – основные характеристики илоотделителей.

Тип илоотделительной установки, модель	Производительность л/с	Наименьший размер удаляемых частиц, мм	Диаметр циклона, мм	Количество циклонов	Рабочее давление, МПа	Габариты, мм			Вес, кг
						длина	ширина	высота	
ИГ-45М	46	0,06	150	6	0,35	1760	600	1300	300

ИГ-45/75	50	0,03	75	16	0,4	1700	650	125 0	380
SWACO D-Silter	58	0,025	150	12	0,3	1660	700	140 0	314
FORWARD DL100	66	0.05	200	8	0,4	1455	2426	177 4	1050

Рассмотрев основные характеристики гидроциклонов илоотделителей можно сделать вывод:

Илоотделительная установка марки «FORWARD DL100» будет являться лучшей по производительности из представленных позиций. Но также как и с пескоотделителями у нее такой же минус это ее габаритные размеры и вес. Сменные насадки различных диаметров позволяют варьировать степень очистки в широком диапазоне.

3.1.3 Центрифуги

Центрифуга предназначена для очистки бурового раствора от выбуренной породы размером 2 - 44 мкм и регенерации утяжелителя.

Центрифуга представляет собой декантер (рисунок 9), предназначенный для удаления твердых частиц из жидких фракций. Жидкие буровые растворы непрерывно подаются в длинную цилиндрическую секцию центрифуги, в которой она формирует пристеночное пространство для образования слоя осадка, известное под названием отстойной зоны. Толщина этого слоя определяется рядом выпускных отверстий в конце цилиндрической секции или барабана декантера. Очищенная от твердых частиц жидкость выпускается через эти отверстия благодаря центробежной силе. Так как твердые частицы тяжелее жидкости, они остаются в виде отложений или осадка на стенке барабана. Эти отложения непрерывно удаляются с помощью винтового транспортера или шнека и подаются к конической части барабана. Там они выгружаются через отверстия в узком конце этой части барабана. Осветленная жидкость вытекает с противоположного конца центрифуги.

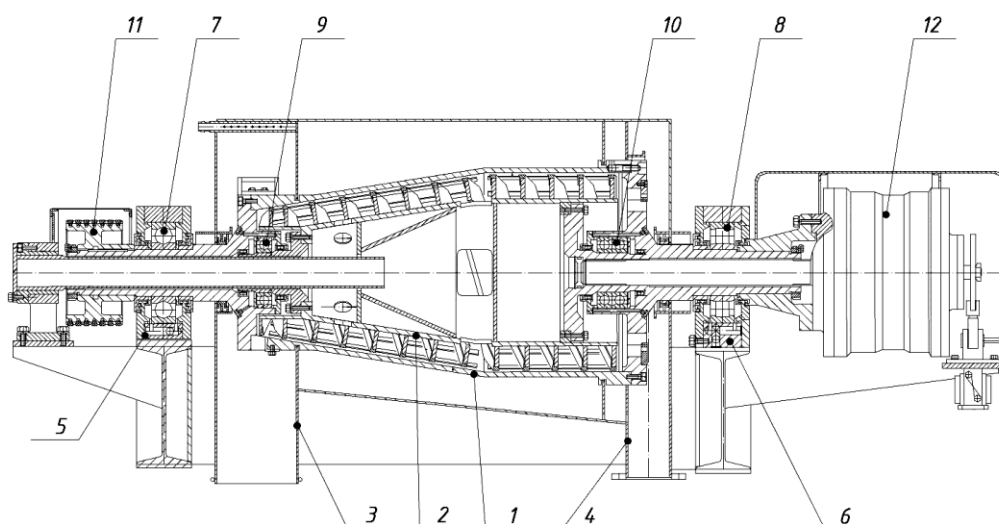


Рисунок 9 – Конструкция центрифуг:

- 1 – горизонтальный ротор с цилиндрическим и коническим участками;
 2 – шнек; 3 – шламоприемник; 4 – приемник раствора; 5, 6 – цапфы;
 7, 8 – коренные подшипники; 9, 10 – подшипники; 11 – приводной шкив;
 12 – планетарный редуктор



Рисунок 10 – Центрифуга

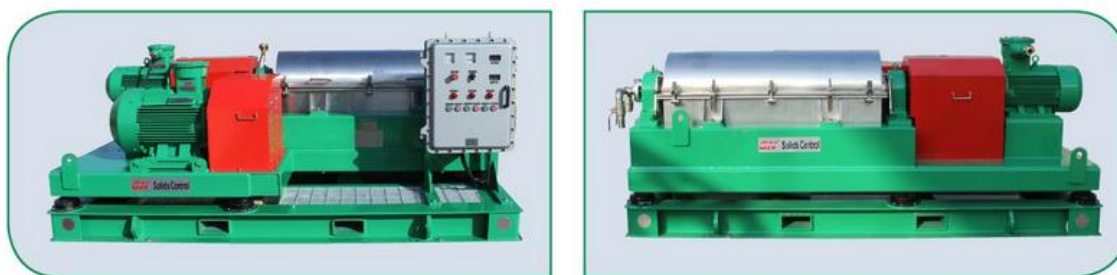


Рисунок 11 – Центрифуга для очистки буровых растворов серии GN LW

GN центрифуга используется в циркуляционной системе по очистке бурового раствора, в системе по утилизации буровых шламов, и в блоке ФСУ. GN VFD центрифуга с регулируемой скоростью позволит буровым компаниям

и сервисным компаниям возможность сделать восстановление барита, разрешения мелких/ультра-мелких твердых фаз, и утилизации. GN имеет центрифуги диаметром барабана с 9 дюймов по 22 дюйма в соответствии с разными требованиями. GN центрифуги имеет отношение длины и диаметра барабана более 3, чтобы получить хорошую эффективность.

Преимущества:

- Запатентованный дизайн с самой высокой комплектацией и лучшими материалами для длительного и надежного сервиса;
- Барабан сделан из дуплексной нержавеющей стали 2205 методом центробежного литья;
- Защита в шнеке: с установлением карбидных вольфрамовых пластин для длительного срока службы и простоты при смене;
- Распределительный выход шнека и выпускной выход барабана защищены с помощью карбидного вольфрамового кольца;
- Легко регулировать высоту на выходе жидкости;
- Барабан в сборе затянут поясом для защиты подшипника;
- Взрывозащищенные ПУ VFD в положительном давлении, и с PLC управлением.
- Оригинальные SKF подшипники для длительного срока и надежной работы [31].

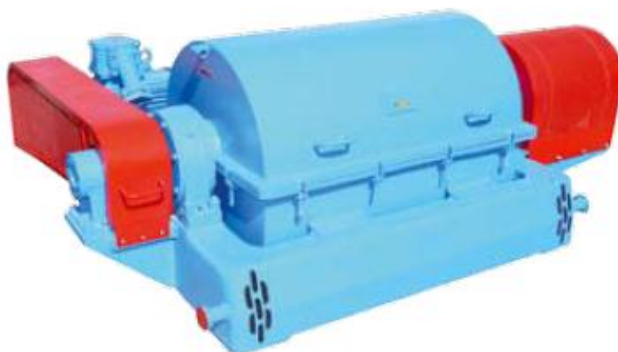


Рисунок 12 – Центрифуга ОГШ У-01



Рисунок 13 – Центрифуга DK-350K

Таблица 5 – Основные характеристики центрифуг отечественного и зарубежного производства.

Тип центрифуги	Максимальная частота вращения, об/мин	Фактор разделения	Исполнение центрифуги	Мощность электродвигателя, кВт	Габаритные размеры, мм			Масса, кг	Стоимость, Руб.
					Длина	Ширина	Высота		
ОГШ-50	3100	2500	Осадительная	28	2505	965	1020	800	6млн
ОГШК-352K-01	3100	2600	Осадительная	29	1745	180	25	73	6,3млн
SWACO-518	3500	1900	Осадительная	40	2497	865	762	1000	9млн
FORWARD LWG450	2500	1576	Осадительная	30	2500	700	840	300	7млн
GNLW363	3100	2100	Осадительная	37	3190	638	306	400	6млн
Трикантер DL-353	3600	2500	Осадительная	37	3200	50	100	980	6млн
HS3400 "DREXEL"	3000	2400	Осадительная	35	2500	750	455	270	6,5млн

Проанализировав таблицу 5, где представлены основные характеристики отечественных и зарубежных центрифуг подведем итог. Центрифуга марки «SWACO-518» является самой производительной за счет мощности электродвигателя частоты вращения и соответственно размером оседаемых частиц. Но при этом есть минус — это дороговизна оборудования.

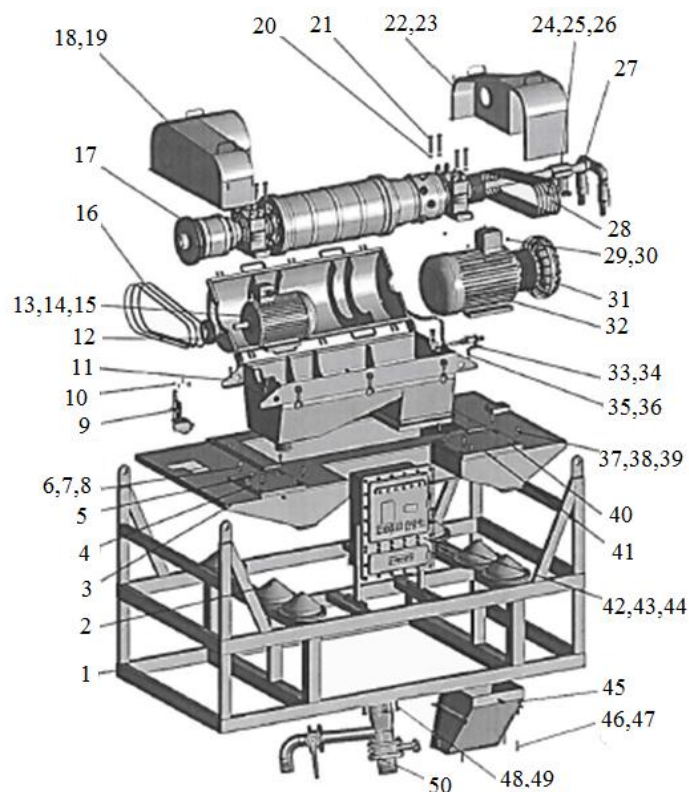


Рисунок 14 – Устройство центрифуги серии LW:

1-Люлька; 2-Компоненты амортизатора; 3-основание; 4-Щит вспомогательного электродвигателя; 5-Болт М12х60; 6-Болт М16х40; 7-Пружинная прокладка 16; 8-Плоская прокладка 16; 9-Система защиты от перегрузок; 10-Болт М8х20; 11-Камера для распределения раствора в сборе; 12-Шкив; 13-Вспомогательный электродвигатель; 14-Гайка М12; 15-Пружинная прокладка 12; 16-Клиновой ремень; 17-Блок вращения элементов в сборе; 18-Оболочка вспомогательного привода; 19-Болт М10х30; 20-Пружинная прокладка 24; 21-Болт М24х100; 22-Оболочка основного привода; 23-Болт М10х30; 24-Основание трубы подачи раствора; 25-Болт М12х40; 26-Пружинная прокладка 12; 27-Труба подачи раствора в сборе; 28-Клиновой ремень; 29-Гайка М16; 30-Пружинная прокладка 16; 31-Гидравлическая

муфта; 32- Основной электродвигатель; 33-Промывочная труба; 34- Болт М10х25; 35-Болт М16х40; 36-Пружинная прокладка 16; 37-Болт М16х40; 38- Пружинная прокладка 16; 39-Плоская прокладка 16; 40-Болт М16х60; 41-Щит основного электродвигателя; 42-Шкаф управления; 43-Болт М16х40; 44- Пружинная прокладка 16; 45-Бак спуска шлама; 46-Болт М10х65; 47-Гайка М10; 48-Гайка М20; 49БолтМ20х80; 50- Переливная труба в сборе.

3.1.4 Дегазаторы и газосепараторы

Газосепараторы и дегазаторы предназначены для очистки бурового раствора от загрязняющего его газа. Если буровой раствор загрязнен не сильно и газ не токсичен, то используется только дегазатор, а если газа много и он токсичен, то используется комбинация газосепаратора и дегазатора.

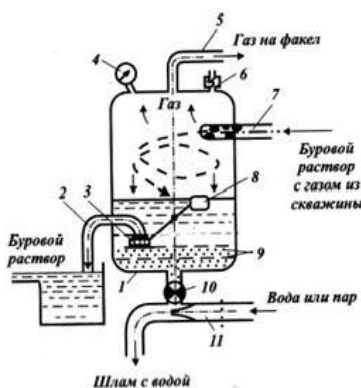


Рисунок 14 – Схема устройства газового сепаратора:

1 – полость ГС; 2 – линия подачи раствора на вибросито;

3 – регулятор уровня раствора; 4 – манометр;

5 – трубопровод для отвода газа; 6 – предохранительный клапан;

7 – линия подачи бурового раствора из скважины; 8 – поплавок; 9 – шлам;

10 – задвижка; 11 – эжекторное устройство

При тангенциальном вводе загазированного бурового раствора в сепаратор: резко снижается скорость потока бурового раствора; поток приобретает вихревое движение (возникает центробежная сила). В связи с этим газовый сепаратор объединяет в себе два способа разрушения пузырьков газа: экранный, работающий на принципе резкого торможения потока;

центробежный, работающий на принципе вращения потока бурового раствора. Сочетание этих способов и обеспечивает интенсивное выделение газа из жидкости (действуют силы инерции и гравитации).

В основу работы используемых в бурении дегазаторов (рисунок 25) положен барометрический способ разрушения газовых пузырьков (изменение давления путем вакуумирования) [12].

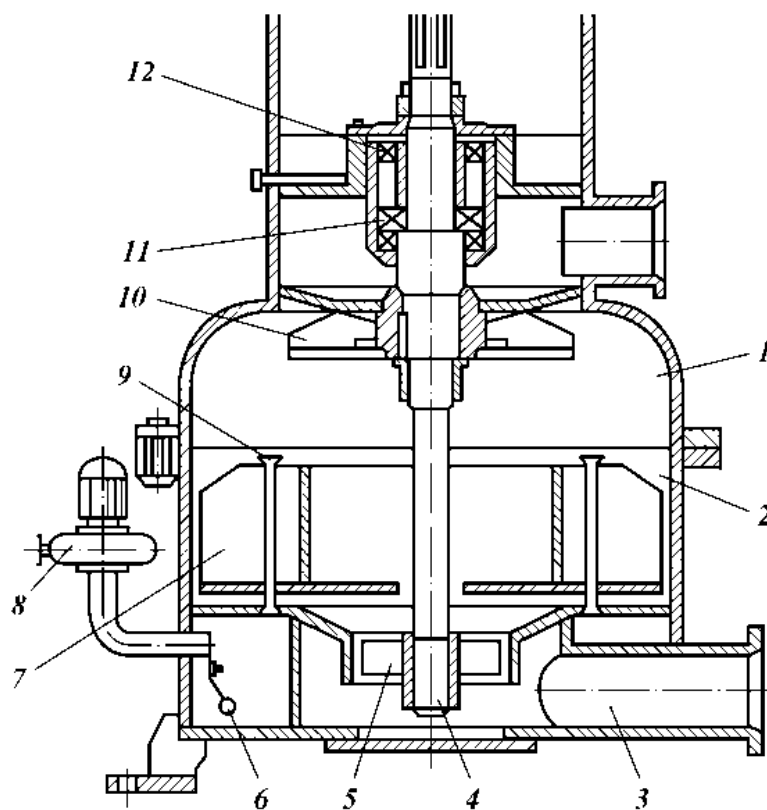


Рисунок 15 – Схема центробежно-вакуумного дегазатора:

- 1, 2 - части корпуса; 3 - труба; 4 - вал; 5 - осевая турбина; 6 - клапан;
7 - пластинчатый деструктор; 8 - вентилятор; 9 - патрубки для отвода газа;
10 - ротор; 11, 12 – подшипники

При всех закрытых клапанах включается вакуум-насос. Как только разряжение достигает заданной величины, приемный клапан открывается и загазированный буровой засасывается в камеру, где освобождается от газа, который отсасывается вакуум-насосом. Когда уровень бурового раствора в камере достигает максимально допустимой высоты, открывается выпускной (соединяет камеру с атмосферой) и сливной клапаны.

В используемых в зарубежной практике атмосферных аппаратах дегазация бурового раствора происходит в результате турбулизации тонкого плоского потока. Обычно раствор в дегазатор такого типа поступает при подаче насоса примерно 35 л/с, чтобы скорость течения на входе в дегазатор составляла примерно 1 м/с. В камере дегазатора имеется система наклонных плоских перегородок, по которым стекает, периодически завихряясь, буровой раствор. Толщина слоя раствора на перегородках 10...15 мм, а длина пути раствора 3,5 м [11].

Отечественной промышленностью широко используется вакуумный дегазатор ДВС.

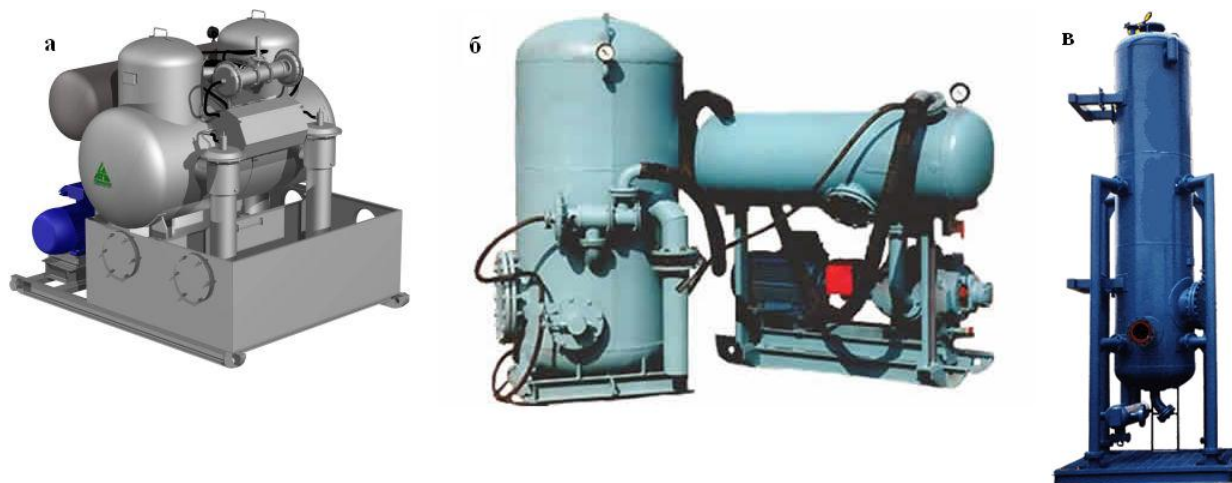


Рисунок 16 – Оборудование для очистки бурового раствора от газа:

а – вакуумный дегазатор ДВС-3; б – дегазатор «Каскад-40»;

в – гидро-газовый сепаратор

Таблица 6 – Технические характеристики дегазатора ДВС-3

Пропускная способность по дегазированному буровому раствору, л/с, не менее	60
Пропускная способность по газу при атмосферном давлении и температуре 20°, не менее, л/с	12
Рабочий вакуум, МПа	0,06-0,09
Габаритные размеры, мм, не более:	
- длина	2600
- ширина	2500
- высота	2500
Установленная мощность, кВт, не более	30
Масса дегазатора, кг, не более	3000



Рисунок 17– Вакуумный дегазатор серии GNZCQ

Вакуумный сепаратор серии GNZCQ является новым специальным оборудованием для обработки бурового раствора с проникновения газа, можно быстрого удаления всех газов, попадающих в буровой раствор, имеет важное значение для восстановления удельного веса, стабилизации свойств бурового раствора. Одновременно, можно использовать его в качестве мешалки с большой мощностью для комплектования с системой очистки циркуляции всех растворов. Это оборудование относится к разрезающему дегазатору, научная, рациональная проектная конструкция может осуществить эффективную газожидкую сепарацию, фильтрацию примеси для обеспечения постоянной доступности выхлопной трубы [22].

Таблица 7 – Технические параметры вакуумного дегазатора серии GNZCQ

Модель	GNZCQ270A	GNZCQ360A
Диаметр	920mm	
Производительность	$\leq 270 \text{ m}^3/\text{h}$ (1188GPM)	$\leq 360 \text{ m}^3/\text{h}$ (1584GPM)
Вакуум	-0.02~-0.04 Mpa	
Эффективность	$\geq 95\%$	
Основной мотор	22Kw (30HP)	37Kw (50HP)
Вакуумный насос	5.5Kw (7.5HP)	
Скорость вращения	700RPM	860RPM
Взрыв.исполнение	ExdIIBt4 / IEC EX/ ATEX	
Всасывающая труба	6 Inch	
Высасывающая труба	8 Inch	
Вес	1730kg	1870kg
Габариты	2100×1605×1729mm	

Анализ дегазаторов отечественного и зарубежного производства.

Рассмотрев основные характеристики дегазаторов отечественного и зарубежного оборудования можно сделать вывод.

Дегазаторы зарубежного производства технико-экономической и технико-технологической точки зрения выгодно отличаются от образцов отечественного производства.

- Обладают меньшим весом
- Большим давлением разряжения
- Большой производительности

Таблица 8 - Дегазаторы отечественного производства.

Тип дегазатора, модель	Производительность, л/с	Давление разряжения, кПа	Габариты, мм			Вес, кг
			Длина	Ширина	Высота	
Д-55	60	52,32	2350	2050	3400	1720
ДВС-II	40	79,98	2360	2220	2020	2850
ДВС-ШШШ	45	79,98	3000	2600	2500	2800
ДВМ-2	40	53,32	2210	1100	1445	1790
Каскад-40	40	79,98	2040	2000	2000	2380
Каскад-40-01	40	79,98	3300	2480	2980	3366

Таблица 9 - Дегазаторы зарубежного производства.

Тип дегазатора, модель	Производительность, л/с	Давление разряжения, кПа	Габариты, мм			Вес, кг
			Длина	Ширина	Высота	
Forward VD240	66	80	2400	1950	2500	1500
Swaco SMGS	68	85	2560	2300	2020	1350
Solids GNZCQ	60	79	2300	1700	2200	1650

Еще один не маловажный фактор что дегазаторы зарубежного производства имеют толще стенки металла чем у отечественных образцов, этот плюс дает больший ресурс эксплуатации.

Проведем сравнительный анализ газосепараторов. В таблице 10 можно посмотреть технические характеристики представленных моделей.

Таблица 10 – технические характеристики газосепараторов отечественного производства.

Наименование	Модель СРБ-2	Модель СРБ-1
Производительность:		
- по газу, м ³ /ч	600	600
- по жидкости, м ³ /ч	200	100
Рабочее давление, МПа	0,07	0,04
Рабочий объем емкости сепаратора, м ³	2,5	4
Габаритные размеры, мм	1020x3100	1020x6600
Масса кг	1500	2700

Подводя итог можно сделать вывод газосепараторы отечественного производства марки СРБ-2 при меньших габаритных размерах выдает большую производительность.

3.1.5 Шнековый конвейер

Шнековый конвейер предназначен, для горизонтального перемещения выбуренной породы при бурении нефтяных и газовых скважин, а также для транспортировки шлама выбуренной породы, осушенного на очистном оборудовании (виброситах, пескоотделителях, центрифугах) до амбара или в емкость автотранспорта.

На рисунке 18 приведено устройство конвейера шнекового КШ25/12,5(внутреннего).

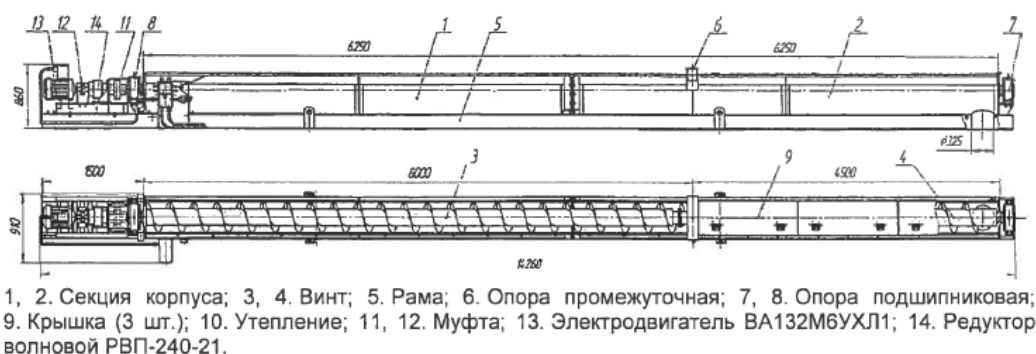


Рисунок 18 – Устройство конвейера шнекового КШ25/12,5 (внутреннего).

3.2 Блок приготовления, обработки и хранения бурового раствора.

Блоки для приготовления буровых растворов и специальных жидкостей.

Блоки приготовления буровых растворов и спецжидкостей предназначены для приготовления буровых растворов, химических реагентов и различных технологических жидкостей при строительстве и капитальном ремонте скважин. Применяется в составе циркуляционных систем буровых установок всех классов, а также с установками для капитального ремонта скважин и другими техническими средствами [4].

Блоки обезвоживания буровых растворов.

Блок обезвоживания буровых растворов предназначен для удаления избытка бурового раствора из циркуляции, ликвидации его после окончания бурения скважины, а также обезвоживания слива из центрифуги при регенерации барита из бурового раствора. Этот блок применяется автономно в комплекте с центрифугой или встраивается в циркуляционную систему с использованием центрифуги [4].

Блок для хранения сыпучих материалов.

Этот блок предназначен для приема, хранения, контролируемой выдачи сыпучих материалов, приготовления и утяжеления бурового раствора. Позволяет производить загрузку бункеров сыпучими материалами (глинопорошок, цемент, барит, химреагенты и пр.) непосредственно из цементовозов, а также с помощью имеющегося в комплекте пневмопогрузчика - из мешков и контейнеров. Контрольно-измерительная аппаратура обеспечивает контроль загрузки, хранения и выдачи сыпучих материалов.

Данный блок применяется в основном на буровых установках для бурения нефтяных и газовых скважин глубиной более 5000 м [4].

Приемный блок.

Это блок, который предназначен для перемешивания и подготовки бурового раствора к закачке в скважину. Он представляет собой емкость, оснащенную гидравлическими или механическими перемешивателями. По конструкции он схож с промежуточными блоками, с которыми он соединен посредством трубопровода. Также этот блок соединен с буровым насосом, который обеспечивает его подачу с необходимым расходом в скважину.

Блоки для химической очистки буровых сточных вод.

Блок, предназначенный для подготовки буровых сточных вод к использованию в оборотном водоснабжении буровой установки на технические нужды, при приготовлении буровых и тампонажных растворов или к нормативному сбросу на поверхность местности [1].

Промежуточный блок.

Промежуточный блок предназначен для хранения необходимого объема бурового раствора. На емкостях блока установлены гидравлические или механические перемешиватели [4]. По конструкции этот блок аналогичен приемному блоку и связан с ним трубопроводом, движение раствора по которому контролируется насосом и задвижками.

Блоки обезвоживания и утилизации отходов бурения.

Эти блоки используются в процессе сооружения скважины при использовании безамбарной технологии. Принцип действия их заключается в непрерывной очистке бурового раствора от шлама, полном разделении определенной части бурового раствора на твердую и жидкую фазы, повторном использовании жидкой фазы на разбавление, приготовление новых порций бурового раствора и другие цели, а по окончании бурения – в отверждении обезвоженной твердой фазы с помощью различных вяжущих добавок, в частности, цемента [8].

Система долива раствора в скважину.

Эта система представляет собой эжектор, который подключен посредством трубопровода либо к промежуточному блоку, либо к специальной емкости с буровым раствором, используемой для долива скважины.

Комбинированные блоки.

Это оборудование, которое выполняют функции сразу нескольких блоков в вышеуказанной классификации. Зачастую комбинированные блоки создаются путем объединения идущих последовательно блоков в циркуляционной системе. Например, блок приготовления и очистки бурового раствора или блок обезвоживания, утилизации шлама и химической очистки буровых сточных вод.

В процессе приготовления промывочной жидкости используется следующее оборудование: механические и гидравлические мешалки. Мешалки механического типа чаще всего используются лопастные фрезерно-струйные мельницы.

Устройство механической мешалки с лопастями изготовлено в виде металлической емкости цилиндрического и овального сечения, в центре которой находятся один или несколько валов с лопастями. Основным плюсом данного устройства является высокое качество изготовления промывочной жидкости и довольно таки простая конструкция. При всех его плюсах есть один большой минус — это маленькая производительность до 6 м³/ч.

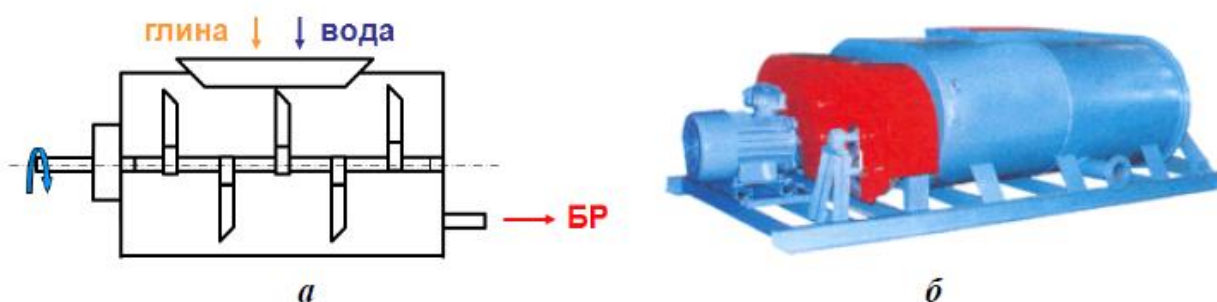


Рисунок 19 – Механическая мешалка: а – принцип действия, б – общий вид модели МГ2-4Х

На рисунке 20 можно рассмотреть фрезерно-струйную мельницу конструкция которой состоит из следующих частей: 1-бункера, 2- ротора с

лопастями, 3- рефленной плиты, а также выходной решетки - 4. Принцип работы состоит в следующих действиях: материалы в виде химических реагентов подаваемые в бункер цепляются лопастями в процессе работы вращающегося ротора на рифленую плиту на которой происходит процесс диспергирования.

Главными плюсами данной конструкции является довольно таки простейшая конструкция и производительность до 25 м³/ч, что в свою очередь на порядок выше чем у механической мешалки. Из минусов данной конструкции же можно выделить довольно такие очень плохое качество получаемой в процессе приготовления промывочной жидкости.

Гидромешалки для приготовления промывочной жидкости классифицируют следующим образом: эжекторные, вихревые и гидромониторные.

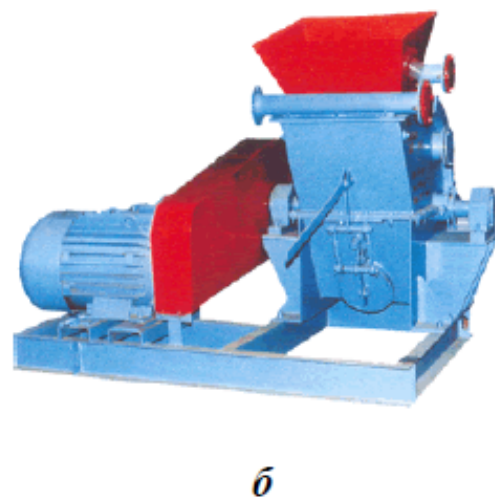
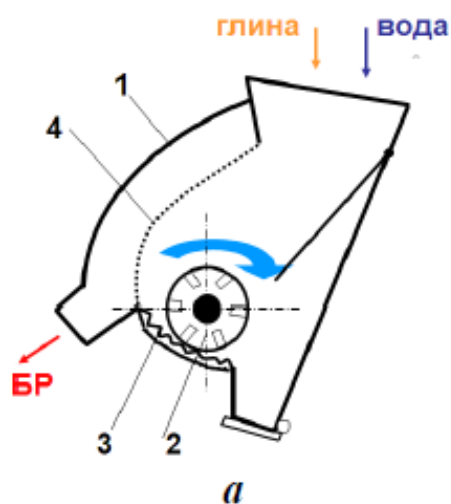


Рисунок 20 – Фрезерно-струйная мельница: а – принцип действия, б – общий вид модели ФСМ-7

На рисунке 21 показана гидромешалка эжекторного типа которая состоит из следующих частей: из 1- приемной и 2 - смесительной камеры, сменного штуцера -3, загрузочной воронки – 4, а также подвода для утяжелителя в виде глинопорошка и др.

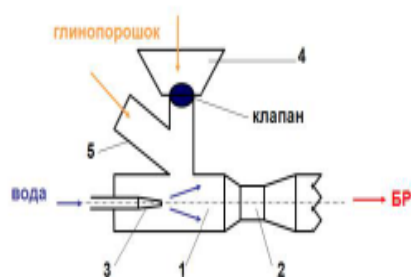


Рисунок 21 –Принцип работы гидравлической мешалки эжекторного типа

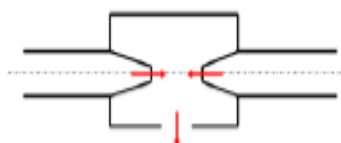


Рисунок 22 –Принцип работы диспергатора

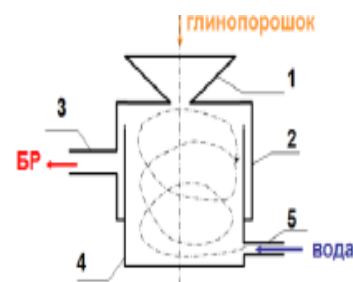


Рисунок 23 – Принцип работы гидравлической мешалки вихревого типа

Главными принципами работы мешалки является следующие действия при которых тек жидкость, поступает из сопла с большой скоростью в приемную камеру где в свою очередь создается разрежение, в следствии чего происходит засыпка утяжелителя. Главными плюсами данного устройства является довольно таки высокая производитель которая подтверждается следующими цифрами до 90 м3/ч. Главным минус данной конструкции является качество промывочной жидкости, которое получается в результате хуже, чем у мешалки лопастного типа.

Для повышения качества промывочной жидкости в данном варианте можно добиться при помощи диспергаторов изображенных на рисунке 22 на примере диспергатора ДГ-1, принцип действия которого основан на соударения двух струй.

Таким образом промывочную жидкость хорошо качества, можно получить при помощи мешалки вихревого типа. Конструкция гидромешалки вихревого типа представлена на рисунке 23 и представляет из себя следующее: 1-приемная воронка, 2-наружный цилиндр, 3-выходной патрубок, 4-внутренний цилиндр и входной патрубок -5. Таким образом принцип работы заключается в следующих действиях: при которых тек. жидкость под давлением подается в патрубок и в следствии его тангенциального положения, происходит закручивания внутри цилиндра, образуя слой жидкости, внутри которого образуется разрежение.

В следствии чего утяжелитель начинает засыпаться из приемной воронки, захватываясь с жидкостью и в дальнейшем процессе начинает происходить перемешивание и в дальнейшем поднимаясь вверх происходит переливание в наружный цилиндр.

Для тщательного перемешивания промывочной жидкости, в мерниках устанавливаются следующие виды перемешивателей: механического лопастного типа с приводом электродвигателя или гидравлические.

Конструкция механических перемешивателей представляет из себя следующие детали: элетродвигатель, редуктор, вал и пермешивающий пропеллер.

Основной принцпе действия основан на кинетической энергии потока промывожной жидкости, поступающего с большой скоростью из насадки.

Классифицируют следующие виды гидроперемешивателей: управляемые и неуправляемые. Управляемые основаны на регулировании потока промывочной жидкости с помощью рукоятки пожарного ствола. Неуправляемые же в свою очередь не имеют такой возможности и являются самовращающимися.

На рис. 24 представлены механический и гидравлический перемешиватели.

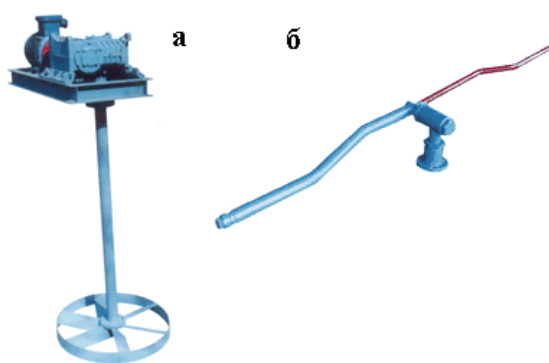


Рисунок 24 – Перемешиватели: а - механический турбинно-пропеллерного типа (ПЛ); б – управляемый гидравлический 4УПГ

Проведем сравнительный анализ между глиномешалкой, фрезерно-струйной мельницей и смесительной воронкой (см. таблицы 11,12,13).

Таблица 11 - технические характеристики глиномешалки ГМЭ-0,75

Страна производитель	Россия
Емкость глиномешалки, м3	0,75
Количество лопастных валов, шт.	2
Число оборотов приводного вала, об/мин	370
Число оборотов лопастных валов, об/мин	78
Количество лопастей на валу, шт.	7
Усилите рукоятки, Н, не более	150
Мощность электродвигателя, кВт	4
Габаритные размеры, мм	2060x1450x1320
Масса, кг, не более	700

Таблица 12 – технические характеристики фрезерно-струйной мельницы ФСМ-7.

Страна производитель	Россия
Производительность, м³/ч	
По глинопорошку	25-28
По утяжелителю	32-36
По комковой глине	10-15
Мощность электродвигателя, кВт	30
Габаритные размеры, мм	2425x1920x1920
Масса, кг, не более	2070

Таблица 13 - Смесительная воронка Эм-Ай Свако HIRIDE

Страна производитель	США
Производительность, кг/ч	11790
Габиртные размеры, мм	
Длина	1245
Ширина	752

высота	998
Масса, кг	176,9
Объем воронки, л	45,7

Подводя итог при сравнении между глиномешалкой, фрезерно-струйной мельницей и смесительной воронкой можно сделать вывод, что при самой маленькой массе и габаритных размерах, что является неотъемлемо важным фактором на буровой установке, смесительная воронка выдает самую большую производительность. При этом она снижает количество комочков при использовании трудносмешиваемых продуктов, для задействования используется минимальное потребление энергии. Гибкая конструкция исключает дополнительное оборудование идеально подходит для применения в условиях ограниченности пространства, высокая безопасность эксплуатации.

Дополнительное оборудование.

К дополнительному оборудованию можно отнести контрольно-измерительную аппаратуру. В качестве таковой в современных циркуляционных системах используются расходомеры и манометры. Также в эту категорию можно отнести оборудование такое, как воронка для введения химических реагентов, шнековый или простой желоб для транспортировки шлама в шламовый амбар, трубная обвязка между мерниками, насосами и ступенями очистки и дополнительное оборудование для ступеней очистки.

В данном разделе было рассмотрено комплектующее оборудование циркуляционных систем. Были изучены принципы работы различных механизмов, на рисунках и чертежах показан их внешний вид, были перечислены достоинства и недостатки, условия работы и наиболее известные отечественные производители.

3.3 Насосный блок

Насосы поршневые и плунжерные.

Буровые насосы — циркуляционное оборудование, монтируемое на буровые установки, посредством которого обеспечивается подача и откачка

бурового раствора из разрабатываемой скважины. Без использования таких насосов бурение будет невыполнимым из-за массивного загрязнения скважины и постоянных обвалов ее стенок.

Буровой насос обеспечивает подачу и циркуляцию раствора в скважине, который в свою очередь поднимает шлам (разбуриваемую породу) на ее поверхность, тем самым очищая дно забоя. В зависимости от конструктивного исполнения все агрегаты делятся на 2-ух и 3-ех поршневые.

В современной буровой промышленности повсеместно эксплуатируются насосы на 3 поршня, так как они имеют значительное преимущество в производительности и равномерности напора подачи.

В стандартный состав бурового насоса входит механическая и гидравлическая части, соединенные на общей конструкции. В состав механической части относят редуктор, приводной шкиф, распредел. Блок, кривошипный механизм, трансмиссионный вал и мотор. Гидравлическая оснастка состоит из блоков с двумя или тремя клапанными механизмами цилиндропоршневой группы, блока охлаждения, предохранительного блока, а также компенсатора давления.

На рисунке 26 изображены вставные детали гидравлической части поршневого насоса: 6-цилиндрические втулки, 5- гидравлическая коробка, 4-клапаны, 3-штоки, 2-поршни и 1-крышки которые работают под высокой нагрузкой при повышенных температурах, а также химически активных средах.

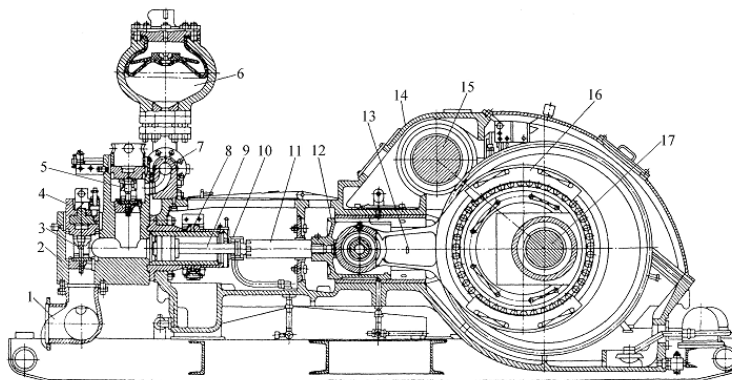


Рисунок 25 - Буровой насос НБТ-600

1 — всасывающий коллектор; 2 — крышка клапанной коробки; 3, 5 — всасывающий и нагнетательный клапаны; 4 — крышка клапана; 6 — пневмокомпенсатор; 7 — нагнетательный коллектор; 8 — цилиндровая втулка; 9 — шток; 10 — быстросъемный хомут; 11 — надшток; 12 — крейцкопф; 13 — шатун; 14 — станина насоса; 15 — трансмиссионный вал; 16 — эксцентрик; 17 — коренной вал.

При производстве насосов низкого давления иногда применяют конструирование чугунных гидрокоробок. Однако же при производстве насосов высокого и среднего давления производят стальные гидрокоробки. В случае брака или какого-либо дефекта которые возникают при эксплуатации были немедленно устранены. На рисунке 27 можно детально ознакомиться с оборудованием, описанным выше.

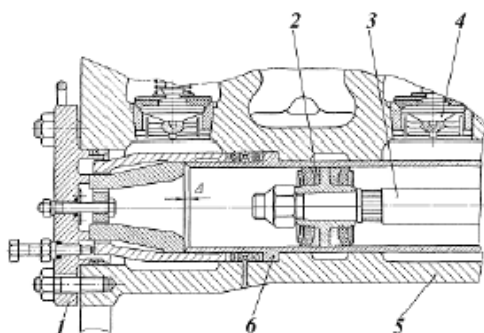


Рисунок 26— Гидравлическая часть поршневого насоса

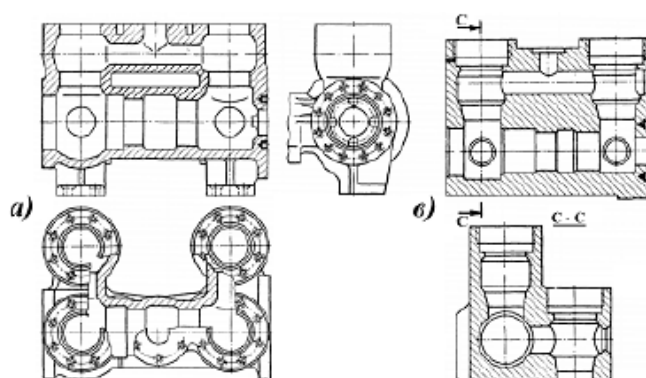


Рисунок 27 - Гидрокоробки поршневых насосов

При конструировании гидравлической коробки следует отдавать предпочтение схеме с расположением гнезд для всасывающих клапанов с внешней стороны насоса (см. рис. 27, в), что облегчает обслуживание машины и способствует уменьшению её межцентрового расстояния. Важно по возможности сократить путь жидкости от всасывающего патрубка до поршня с целью уменьшения вредного пространства (объема цилиндра между всасывающим и нагнетательным клапанами за вычетом объема, описываемого поршнем). Необходимо, чтобы нагнетательный клапан располагался в верхней части коробки, а форма каналов была такой, чтобы газ или воздух,

скапливающийся в цилиндре, мог свободно удаляться во время хода нагнетания через клапан в нагнетательный трубопровод.

Подвод жидкости из рабочей камеры к седлу клапана и отвод её после клапана должен быть плавным и равномерным для того, чтобы не создавать отжима тарелки в одну из сторон.

В частях гидрокоробки, соединяющихся со станиной, предусматриваются отверстия для шпилек. В отверстиях для клапанных крышек многих конструкций выполняется ленточная резьба (см. рис. 27, в).

Цилиндровая втулка жестко закрепляется в отверстии гидрокоробки рис. 28. Для каждого насоса предусматривается комплект цилиндрических втулок с одинаковым наружным диаметром и различным диаметром отверстия. Для вновь разрабатываемых отечественных буровых насосов принят нормальный ряд цилиндрических втулок с внутренним диаметром, изменяющимся от 100 до 210 мм через интервал 10 мм.

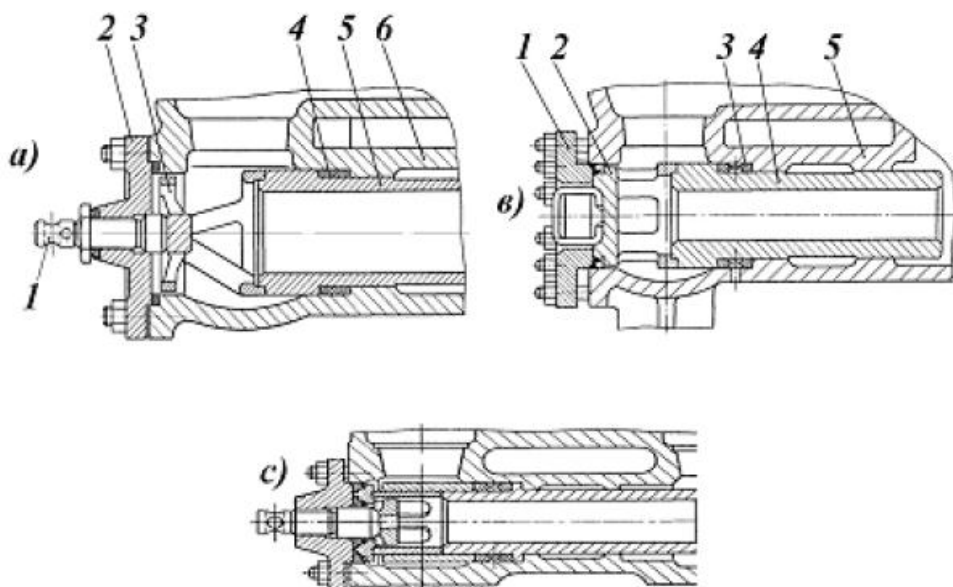


Рисунок 28 – Цилиндровые втулки

В зарубежной практике нашли применение цилиндрические втулки, изготавливаемые методом центробежного литья, а для работы в сильно коррозионной среде – из высокопрочной керамики.

Торцы цилиндровой втулки попеременно воспринимают осевое усилие от действия давления жидкости и силы трения со стороны поршня, влиянием которых втулка совершает некоторые колебания вдоль оси. Цилиндровая втулка в гидрокоробке крепится с помощью лобовой крышки (см. рис. 28).

Перекачиваемая жидкость стремится под действием перепада давления проникнуть через зазор между наружной поверхностью цилиндровой втулки 5 и внутренней поверхностью гидрокоробки 6 (см. рис.28 а). Этот зазор герметизируется зарубашечным уплотнением 4 из эластичных подтягиваемых колец.

Конструкции узла крепления и уплотнения цилиндровой втулки разнообразны. В ряде насосов используются конструкции, в которых функции крепления и уплотнения совмещены (см. рис.28 а и в). В первой из них цилиндровая втулка 5 закрепляется с помощью ввернутого в лобовую крышку 2 нажимного болта 1 и коронки 3. Крышка в этой конструкции крепится к гидрокоробке шпильками. Зарубашечное уплотнение 4 представляет собой резиновую втулку прямоугольного сечения, подтягиваемую буртом цилиндровой втулки. Недостатки этой конструкции: поломка лобовых шпилек, чрезмерное напряжение участка гидрокоробки, соприкасающегося с зарубашечным уплотнением, трудность затяжки центрального болта, порча его резьбы, быстрый выход из строя резинового кольца зарубашечного уплотнения.

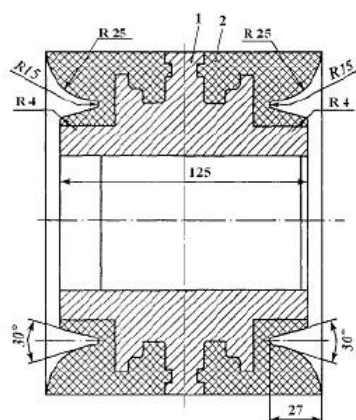


Рисунок 29 - Поршень бурового насоса двойного действия

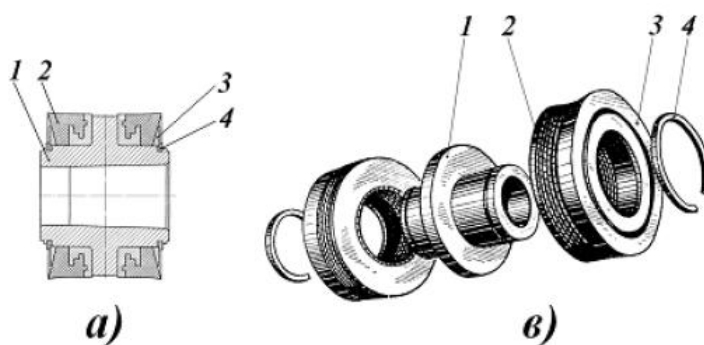


Рисунок 30 - Сборный поршень бурового насоса

Цельный поршень бурового насоса двойного действия (рис. 29) состоит из стального сердечника 1 и привулканизированных к нему с двух сторон резиновых манжет 2 с губами самоуплотняющейся конструкции. Манжеты разделены между собой буртом стального сердечника, воспринимающего действие давления и сил трения стороны резины.

Сердечник поршня имеет фигурные проточки для увеличения прочности соединения резины с металлом. Нередко в его выступающем бурте делают параллельные оси детали сквозные отверстия, необходимые для заливки резиной второй половины поршня при его изготовлении.

Сердечник изготавливают из углеродистой стали. Его поверхность в местах, соприкасающихся с резиновой смеси на натуральном или синтетическом каучуке. Поршни из резины на натуральном каучуке предназначены для работы на жидкости, не содержащей нефти, а из синтетической маслостойкой резины – для общих условий работы.

Наружный диаметр губы манжеты делается несколько большим (на 3 - 4 мм), чем диаметр отверстия цилиндровой втулки. Благодаря этому создается предварительный прижим губы к втулке, необходимый для правильного действия самоуплотняющейся манжеты. Сборочный натяг губы выбирается так, чтобы резина плотно и равномерно, без складок, прилегала к втулке по всей окружности и чтобы на ней создавалось достаточное начальное давление. Натяг манжеты предусматривается лишь на участке, выходящем за пределы сердечника. Поверхность манжеты, находящаяся над сердечником, выполняется относительно цилиндровой втулки с гарантированным зазором. Во время работы насоса манжета поршня давлением жидкости плотнее прижимается к поверхности втулки, обеспечивая надежное уплотнение.

Поршень рис.30, конструкция сборного поршня с резинометаллическими самоуплотняющимися манжетами. Поршень состоит из металлического сердечника 1, двух эластичных манжет 2, двух стальных шайб 3 и двух пружинных колец 4. Отверстия в сердечнике для посадки на шток выполнены

коническим. На цилиндрической поверхности сердечника с обоих краев имеются канавки для размещения в них пружинных колец 4.

Использование резино-тканевых манжет увеличивает срок службы поршня, так как достигается большая жесткость и лучшее предохранение резины от выдавливания в зазор между буртом сердечника и цилиндровой втулкой. По этим же причинам иногда применяют резино-металлические съемные манжеты. Сердечник поршня имеет фигурные проточки для увеличения прочности соединения резины с металлом.

Сердечник изготавливают из углеродистой стали. Его поверхность в местах, соприкасающихся с резиновой смеси на натуральном или синтетическом каучуке. Поршни из резины на натуральном каучуке предназначены для работы на жидкости, не содержащей нефти, а из синтетической маслостойкой резины – для общих условий работы.

Шток поршневого насоса служит для передачи усилия от крейцкопфа к поршню и представляет собой металлическую деталь цилиндрической формы, длина которой намного больше диаметра. Штоки по конструкции делятся на цельные и составные. В мощных насосах высокого давления применяют составные штоки, которые значительно легче цельных. Цельные штоки применяют в небольших машинах.

На концевых участках штоков выполняется наружная резьба, с помощью которой он одной своей стороной жестко соединяется с контрштоком (крейцкопфом), а с другой – с гайкой поршня. Для обеспечения быстрой замены штока резьба в контрштоке иногда делается конической. Участок для наворачивания контргайки в этом случае имеет цилиндрическую резьбу.

Уплотнение штока служит для предотвращения утечки жидкости из гидрокоробки в месте выхода штока наружу в насосах двойного действия. Уплотнение обычно располагают в отдельном корпусе, который выполняет также роль центрирующей детали между станиной и гидрокоробкой.

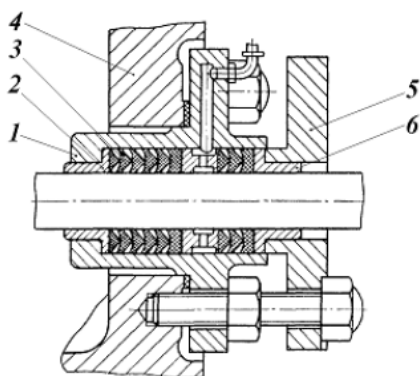


Рисунок 31 –
Уплотнение штока
бурового насоса

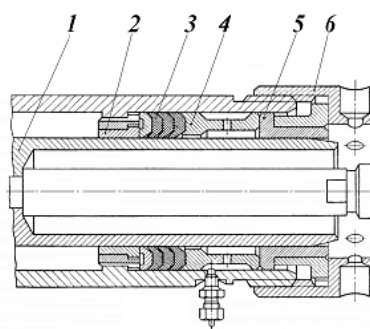


Рисунок 32 –
Уплотнение плунжера

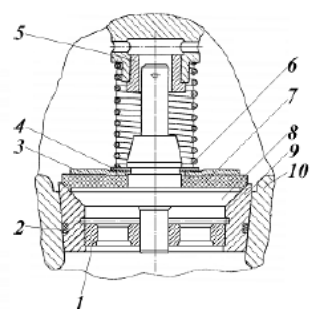


Рисунок 33 -
Клапан
поршневого насоса

Наиболее распространенными конструкциями уплотнений штоков являются сальниковые, основу которых составляют эластичные кольца-манжеты, вставляемые в сальниковую камеру и подтягиваемые нажимной втулкой (рис. 31). Корпус 1 сальника вставлен в гидрокоробку 4 и присоединен к станине шпильками. Внутри корпуса установлены чугунная грундбукса 2 и эластичные кольца 3, поджимаемые чугунной втулкой 6 и фланцем 5 с двумя шпильками.

В качестве набивочного материала в насосах низкого давления используют резиновые, а в насосах высокого давления – резинотканевые кольца или манжеты. Манжеты различаются между собой формой сечения. Распространены конструкции так называемого самоуплотняющегося типа. Они имеют U- или V-образное сечение. Для обеспечения эффекта самоуплотнения участки манжеты, соприкасающиеся с поверхностями сальниковой камеры и штока, выполняются с натягом. Своей впадиной манжеты обращены в сторону гидравлического цилиндра. Перекачиваемая насосом жидкость, надавливая на внутреннюю вогнутую поверхность манжеты, поджимает её губы к штоку и стенке корпуса, обеспечивая плотный контакт между деталями и необходимую герметичность стыка.

В практике насосостроения используются как цельные, так и разрезные манжеты. Разрезы на манжете делаются косыми. Стыки соседних манжет

смещают один относительно другого на 120 или 180°. Самоуплотняющиеся сальники слегка затягивают, что обеспечивает работу уплотнения при небольшом усилии трения во время хода всасывания и способствует увеличению продолжительности работы узла.

К числу редко применяемых самоуплотняющихся конструкций относятся манжеты типа «шеvron» и «лайон». Их внутренний диаметр может быть несколько больше диаметра штока. Для обеспечения надежного контакта этих манжет со штоком пакет подтягивается.

В некоторых конструкциях уплотнений (см. рис. 32) в средней части пакета устанавливают металлическое кольцо, разделяющее манжеты (для более равномерного поджима и подвода смазки к трущимся поверхностям). В других конструкциях уплотнений между манжетами установлены металлические проставочные кольца для придания жесткости уплотнительному элементу и обеспечения раздельной его работы.

Конструкции уплотнений плунжерных насосов представляют собой многоэлементные сальники с эластичными манжетами (рис. 32).

Конструкции сальниковых уплотнений плунжеров подобны конструкциям уплотнений штоков. Плунжер 1 направляется грундбуксой 2 и нажимной втулкой 5, изготовленными из антифрикционного материала.

Пакет 3, состоящий из нескольких уплотнительных манжет, поджимается фонарем 4, с помощью накидной гайки 6 (или фланца). В среднюю часть уплотнения поступает смазка: вода, масло или эмульсия. В уплотнениях плунжеров применяют резиновые и резино-тканевые манжеты различных конструкций. Манжеты типа «шеvron» набираются в пакеты по несколько штук без проставочных колец. Их используют как разрезными, так и цельными. Манжеты типа «лайон» применяются в основном разрезными, а манжеты воротникового типа – неразрезными.

В более поздних отечественных конструкциях плунжерных насосов используются резино-металлические уплотнения, имеющие повышенный срок

службы. Плунжер в такой конструкции направляется обрезиненной втулкой, исключающей трение металлических поверхностей.

Принцип работы уплотнений плунжеров с резино-металлическими манжетами такой же, как уплотнений штока. Манжеты их самоуплотняющиеся и вступают в действие автоматически. Удержание резины сердечником уменьшает удельное давление на трущихся поверхностях и опасность выдавливания резины в зазор между буртом сердечника и плунжером. Смазка поступает в камеру, расположенную в средней части втулки-манжеты, а из неё – на плунжер. Натяг губы манжеты регулируется при осевом перемещении детали фланцем или накидной гайкой.

Клапаны поршневого насоса относятся к основным деталям гидравлической части.

Основные требования, предъявляемые к клапанам: а) обеспечение полной герметичности, повышенной износостойкости и безотказной работы; б) небольшое гидравлическое сопротивление; в) безударная посадка тарелки на седло; г) легкость осмотра и быстрота замены деталей.

Буровые и нефтепромысловые поршневые и плунжерные насосы снабжены преимущественно автоматическими клапанами, которые открываются и закрываются под действием изменяющегося давления жидкости. Клапаны этих насосов бывают только тарельчатыми: в них поток жидкости осуществляется лишь по внешней кромке тарелки (кольцевые клапаны применения не нашли). Герметизация зазора между тарелкой и седлом в закрытом положении клапана обеспечивается эластичным уплотнительным элементом.

Клапан, показанный на рис. 33, конический, с перьевой нижней и стержневой верхней направляющими, с уплотнением, расположенным на тарелке. Он состоит из неподвижно закрепленного в гидрокоробке 10 седла 9, подвижной тарелки 8, уплотнительного диска 7, пружины 6 и других деталей. Между гидрокоробкой 10 и седлом 9 находится уплотнительное кольцо 2. В нижней части седла 9 напессована крестовина 1. Упругий уплотнительный

диск 7 надет на тарелку сверху и закреплен на ней стальной шайбой 3 и пружинным замком 4. Во время работы насоса диск прижимается к седлу и тарелке давлением жидкости. Верхняя и нижняя направляющие тарелки помещены соответственно во втулке 5 и в цилиндрическом отверстии седла. Пружина 6, упирающаяся верхней частью в крышку клапана, служит для более быстрой посадки тарелки во время закрытия клапана.

Седло имеет коническую наружную поверхность, необходимую для обеспечения плотного соединения с гидрокоробкой. Конусность $1/5 - 1/6$. При меньшей конусности седло клапана может заклинить в отверстии гидрокоробки так, что для разборки потребуется съемник с большим осевым усилием. Для большей гарантии уплотнения зазора между седлом и гидрокоробкой в кольцевой канавке седла установлено упругое самоуплотняющееся кольцо 9 круглого сечения. Торцовая поверхность седла, на которую опираются тарелка и уплотнительный диск, также коническая, выполняемая обычно с углом относительно оси $45 - 60^\circ$.

В подпружиненных клапанах для уменьшения инерционных сопротивлений тарелку стараются выполнить облегченной. Размеры её выбирают из соображений прочности детали.

Детали клапанов для получения повышенной прочности и износостойкости изготавливают из конструкционной стали 40Х и из сталей 15, 12ХН2, 20ХН3 с цементацией. Тарелки и седла подвергают общей термообработке, их посадочные поверхности закаливают. Твердость седел назначается несколько выше, чем твердость тарелок. Всасывающие и нагнетательные клапаны выполняются одинаковыми и взаимозаменяемыми.

Уплотнительные элементы (шайбы и кольца) изготавливают из маслотеплостойкой синтетической резины. Резиновые уплотнительные элементы для более плотного соединения с седлом иногда закрепляют металлическими бандажами или привулканизовывают, что увеличивает срок службы узла.

Подводя итог сравним буровые насосы отечественного и зарубежного производства.

Таблица 14 –Сравнительная характеристика буровых насосов отечественного производства.

Параметры	Типы, марка насосов, фирма - производитель		
	НБТ-600 (ВЗБТ)	УНБТ-600L (Уралмаш)	СИН-61(РОССИЯ)
Р, кВт	600	600	500
Наиб. подача, л/с	45	49	46,2
Предельное давление, МПа	25	32	50
Стоимость, Руб	2,5 млн	10 млн	15,2 млн
Масса, кг	13701	12000	3000

Таблица 15 – Сравнительная характеристика буровых насосов зарубежного производства.

Параметры	Типы, марка насосов, фирма - производитель				
	8-P-80 TRIPLEX (NOV, США)	F-800 Emsco (Китай)	Bentec T1600-AC*	KERR QWS1000S	Gardner Denver Quintuplex(США)
Р, кВт	598	597	400-1193	746	757
Наиб. подача, л/с	34	38,5	52	58	60
Предельное давление, МПа	34,5	34,5	42	43,3	58

Стоимость, Руб	15 млн	14 млн	15 млн	14,8 млн	20 млн
Масса, кг	12233	12546	38300	3 220	3300

Таким образом подводя итог, можно сделать вывод, что среди отечественных производителей насос марки «УНБТ-600L» будет являться самым оптимальным, по соотношению цена-производительность. Предельное давление бурового насоса СИН-61 намного выше, но и цена его дороже на 5 млн. руб., что является не мало важным фактором.

Что касается буровых насосов зарубежного производства лучшим является «Gardner Denver Quintuplex» по всем показателям, но при всех плюсах он является самым дорогим из линейки представленных производителей.

Шламовые насосы

Шламовые насосы – это насосы центробежного типа. Конструкция насосного агрегата этого вида состоит из следующих основных элементов: корпус, который, как правило, выполнен в форме улитки; электродвигатель, который является приводом, и соединяется с корпусом насоса посредством муфты; рабочее колесо представлено в виде крыльчатки, иначе говоря, это диск с лопастями; вал агрегата; сальники; подшипники; уплотняющие кольца.

Принцип действия центробежного насоса заключается в следующих этапах:

- корпус агрегата наполняется водой посредством использования всасывающего шланга;
- от поступления воды приходит в движение рабочая крыльчатка;
- при движении рабочего колеса возникает центробежная сила, которая отталкивает воду от центра по бокам;
- в результате возникает высокое давление, выталкивающее воду из корпуса насоса в напорный трубопровод;

- когда создается повышенное напор воды в подающем шланге, в это время в центре рабочего колеса давление заметно снижается, что в свою очередь, способствует подаче новой порции жидкости.

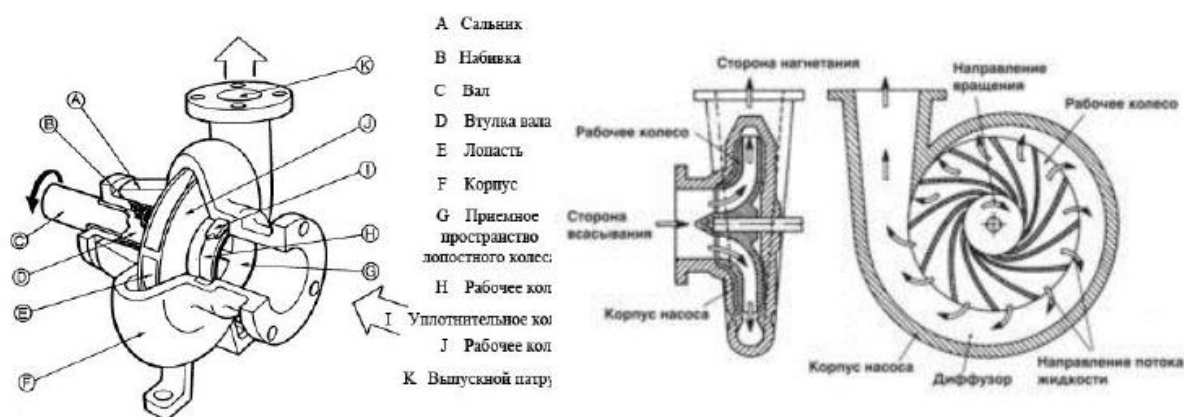


Рисунок 34 – Конструкция центробежного насоса

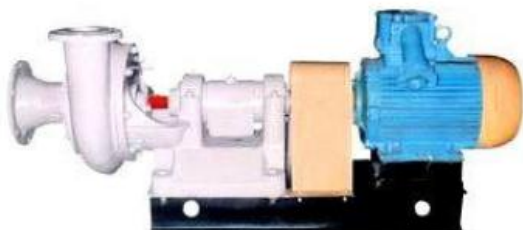


Рисунок 35 – Горизонтальный
шламовый насос



Рисунок-36 Вертикальный
шламовый насос

Горизонтальные шламовые насосы (ГШН) предназначены для перекачки гидросмесей с мелкой твердой фракцией, в том числе бурового раствора, со следующими характеристиками взвешенных частиц: плотность – 1300-2500 кг/м³; содержание – до 500 кг/м³; твердость частиц по шкале Мооса не выше – 3; размер частиц не более 25 мм в условиях температуры от 5 до 60 °С. В таблице 16 приведены основные характеристики марок горизонтальных шламовых насосов.

Таблица 16 – Основные характеристики горизонтальных шламовых насосов.

Модель	Подача, м³/ч	Напор, м.в. ст	Мощность, кВтх *об/мин	Вход д	Выход д	Размеры	Масса, кг	Цена, Руб.
ГШН-75/10 с18,5х1000	75	10	18,5х1000	125	100	1900х600х800	650	190800
ГШН-150-30М1(6Ш8-2)	150	30	30х1500ВЗР	125	100	1862х590х740	630	231600
6Ш8(ГШН-250)	250	50	90х1500	150	125	2200х710х880	1000	273900

Таким образом подводя итог основываясь на таблице 16 в которой приведены основные характеристики горизонтальных шламовых насосов можно сделать следующие выводы. Насос марки «6Ш8(ГШН-250)» является самым производительным в связи с его мощностью и габаритными размерами. Так же что касается стоимости, то он является самым дорогим из представленных.

Вертикальные шламовые насосы (ВШН) предназначен для перекачивания, применяемого при бурении скважин промывочного агрегата плотностью до 1300 кг/м³ и подачи загрязненного бурового раствора в гидроциклонную установку для очистки от выбуренного и обвального шлама. Насос работает при перекачивании бурового раствора с температурой от 0 до 50°C с содержанием твердых частиц размером до 20 мм. Корпус насоса при работе должен быть полностью погружен в перекачиваемую жидкость. Иногда применяется удлиненный агрегат электронасосный центробежный вертикальный. В таблице 17 приведены основные характеристики вертикальных шламовых насосов.

Таблица 17 – Основные характеристики вертикальных шламовых насосов.

Модел ь	Подач а, м³/ч	Напор, м.в. ст	Мощност ь, кВтх *об/мин	Вхо д	Выхо д	Размеры	Масс а, кг	Цена, Ру б.
ВШН- 80/28	80	28	22х1000	50	50	-	345	152700
ВШН- 150-30	150	30	30х1500	125	125	1810х860х6 20	560	199400
ВШН- 250/30 -01	250	30	55х1500	150	125	2120х830х6 50	800	256100

Таким образом подводя итог основываясь на таблице 17 в которой приведены основные характеристики вертикальных шламовых насосов можно сделать следующие выводы. Насос марки «ВШН-250/30-01» является самым производительным в связи с его мощностью и габаритными размерами. Так же что касается стоимости, то он является самым дорогим из представленных.

Подпорный насос

Подпорный насос относится к категории вспомогательного оборудования. Установка вспомогательного (подпорного) оборудования доступна и в одном помещении с основными, и, что практикуется намного чаще, в отдельной насосной на более низком уровне.

Основное назначение устройств подобного типа - обеспечение стабильной работы и эффективного всасывания жидкости. Учитывая условия их эксплуатации, требуется низкочастотный режим работы агрегата - низкая частота вращения. Нагрузка на вспомогательное оборудование равнозначна нагрузке на основные насосы. Поэтому подпорные агрегаты должны быть не менее надежными и иметь высокий запас прочности.

3.4 Технологические новинки оборудования для циркуляционной системы.

Вибросито просто в концепции, но немного сложнее в эффективном использовании. Кассеты, которые устанавливаются на раму вибросита

вибрирует, когда буровой раствор течет поверх него. Буровой раствор путем отделения от шлама проходит сквозь сетки вместе с твердыми частицами маленьких размеров, в то время как крупный шлам отделяется и по кассетам движется дальше в направлении шнека. Очевидно, что меньшие отверстия в сетке очищают больше твердых частиц от всей грязи, но происходит соответствующее уменьшение расхода на единицу площади проволочной ткани. Следовательно, буровая бригада должна стремиться запустить экраны (как называется проволочная ткань), как можно тоньше, не сбрасывая всю грязь с задней части шейкера. Раньше для буровых установок было типично иметь только один или два шейкера сланца, современные высокоэффективные буровые установки часто оснащены четырьмя или более шейкерами, что дает большую площадь проволочной ткани для использования и дает экипажу гибкость для запуска все более тонких экранов. АКРОС применяет самые передовые технологии изготовления различных экранных панелей, предназначенных для сланцевых шейкеров с размерами ячеек от API 20 до API 400. Мы также предлагаем экранные панели для всех моделей экранных шейкеров производства Brandt, Derrick, M-I SWACO, KEMTRON и др. AKROS может изготовить индивидуальные экранные панели с размерами и спецификациями по запросу клиентов. При изготовлении экранных панелей используется четырехстороннее натяжение сетчатых пластин. Плиты экрана можно изготовить как с квадратными, так и с прямоугольными формами сетки. Заглушки для изоляции разорванных участков сетки могут быть использованы для продления срока службы. Экранные панели 20-50 API имеют двухслойную конструкцию, экранные панели 60-325 API имеют трехслойную конструкцию. Первый слой плиты панели экрана сделан из стали ранга SS304, второй и третий слои плит панели экрана сделаны из стали ранга SS316L. Каркасные экранные панели-каркас изготовлен из композиционных материалов, устойчивых к агрессивным буровым растворам. Срок хранения экранных панелей с композитным каркасом составляет более 5 лет. Композитные каркасные экранные панели имеют эффективную площадь на 10-20% большую, чем

металлические каркасные экранные панели. Высококачественное стекловолокно используется для улучшения температурных характеристик композитного материала, композитный каркас сохраняет свои свойства при температуре до 140 градусов Цельсия.

Компания АКРОС предлагает высокоэффективные центрифуги серии АКР различной конфигурации, которые предназначены для высокоэффективного разделения твердых частиц, извлечения барита при бурении скважин. Его можно также совместить с блоком хлопьеобразования и свертывания во время обезвоживания. Высокоэффективные центрифуги АКР-453, АКР-553 предназначены специально для переработки больших объемов бурового раствора.

Частотно-регулируемый привод, поставляемый с центрифугой, позволяет устанавливать необходимые параметры и проводить мониторинг в необходимом диапазоне в зависимости от условий бурения:

- скорость вращения чаши;
- дифференциальная скорость;
- производительность питательного насоса.

Автоматическое управление и регулирование осуществляется с помощью программируемого логического контроллера с сенсорным дисплеем, который позволяет регулировать параметры работы центрифуги в соответствии с изменяющимися условиями бурения. Частотно-регулируемый привод производится ведущими мировыми производителями ABB и Siemens.

Компания AKROS предлагает буровые бункеры серии АКР, разработанные и изготовленные для быстрого и эффективного дозирования и смешивания химических веществ и добавок при подготовке и обслуживании буровых растворов. Функция бункера основана на эффекте Вентури, когда давление текущей жидкости уменьшается, проходя через ограничение, что позволяет добавлять соответствующие дозы полимеров, барита, бентонита и других порошковых добавок. Бункер может быть установлен на Полоз с центробежным насосом, что упрощает установку оборудования для очистки

бурового раствора на буровую установку. Механические бурсмесители предназначены для приготовления буровых растворов и поддержания их требуемых характеристик. Они облегчают равномерное смешивание грязи и добавок, предотвращая местную чрезмерную обработку химическими веществами. Помимо прочего, бурсмесители удерживают утяжелитель в суспензии и сводят к минимуму оседание осадка.

- высокая мощность электродвигателя, от 3 до 22 кВт;
- широкий диапазон размеров лезвий;
- двухрядные лопастные смесители могут поставляться в качестве опции.

Вакуумные дегазаторы серии AKR способны удовлетворить потребности любого применения. Он обычно устанавливается после шейкеров. Каждый дегазатор эффективно и эффективно удаляет газы из бурового раствора газовой резки, обеспечивая тем самым закачку в скважину соответствующего веса бурового раствора. При этом дегазаторы способны помочь в предотвращении потенциальных выбросов. В отличие от традиционного вакуумного дегазатора, вакуумный дегазатор AKR представляет собой автономный блок, вакуумный дегазатор AKR контролируется датчиком уровня для защиты от всасывания жидкостей. Газорезанный шлам втягивается в дегазатор вакуумом, создаваемым регенеративным вакуумом, без необходимости использования центробежного насоса. Дегазатор AKR 270 может действовать как большая мешалка для бурового раствора, которая помогает обработке для десандера и десильтера.

Дегазатор — centrifugal-это дегазатор нового типа, специализирующийся на обработке газовых буровых растворов. Обычно он устанавливается после шейкера сланца и широко используется в различных системах контроля твердых тел, и это очень важно для восстановления веса бурового раствора, стабилизации вязкости бурового раствора, снижения стоимости бурения. Тем временем его можно использовать как большой мощный блендер. Его преимуществами являются большая емкость, высокая скорость дегазации,

меньшая требуемая площадь, низкое энергопотребление, простота эксплуатации и технического обслуживания.

Винтовой насос серии АКР - это одношнековый насос. Насос идеально подходит для подачи в декантерную центрифугу без сдвига или перемешивания бурового раствора. Основными частями являются винтовой вал (Ротор) и втулка винтового вала (статор). Из-за особой геометрической формы этих двух частей они образуют емкость для давления отдельно. Текучие среды текут вместе с валом, внутренняя скорость потока медленна, емкость остается, давление устойчиво, поэтому он не будет генерировать вихрь и перемешивание.

Вал насоса сделан из нержавеющей стали, насос серии АКР доступен для варианта с полным корпусом из нержавеющей стали, он может управлять муфтой или регулировать скорость с помощью двигателя с переменной скоростью, треугольного клинового ремня, коробки передач и т.д. Винтовой насос серии АКР имеет меньшее количество аксессуаров, компактную конструкцию, малый объем, простоту обслуживания, Ротор и статор являются износостойкими частями этого насоса, их удобно заменять. Статор изготовлен из эластомерного материала, поэтому он имеет особые преимущества по сравнению с другими насосами для перекачки жидкостей. С высокой вязкостью и твердыми взвешенными частицами в комплекте.

Технология обработки основана на тепловых процессах, приводящих к испарению жидкостей из бурового шлама, в том числе: углеводородов и воды. Вода сначала испаряется, превращаясь в водяной пар, а углеводороды испаряются позже, так как они имеют более высокую температуру кипения. Углеводороды отделяются от воды в ходе двухступенчатого процесса конденсации, основанного на тех же принципах. Молотковая Дробилка генерирует большое количество тепла в процессе измельчения, тем самым разрушая шлам и удаляя жидкости, в том числе поровые жидкости. Конструкция обеспечивает снижение тепловой энергии до минимума и одновременное удаление жидких компонентов с извлечением углеводородов

для дальнейшего повторного использования в буровых растворах на нефтяной основе.

Шламовые скипы предназначены для локализации и транспортировки буровых пород и других отходов, образующихся при бурении скважин. Конструкция шламовых скипов обеспечивает сверхпрочную долговечность и надежность, поэтому шламовые скипы широко используются в морском бурении, где применяются самые жесткие требования. Благодаря портативности оборудования и удобству укладки буровой шлам, собранный в скипах, может перевозиться водным транспортом, а также автомобильным и железнодорожным транспортом. Шламовые скипы могут использоваться при экстремальных температурах от минус 40°C до плюс 50°C без ухудшения прочностных и герметизирующих свойств.

Триплексный буровой насос F-1000 изготовлен из прочной Фабричной конструкции и предназначен для оптимальной работы в тяжелых условиях бурения. Он компактен и занимает меньше места, но обеспечивает непревзойденную производительность. Насосы опираются на несколько десятилетий конструкторского и производственного опыта и считаются лидерами в этой области. Дизайн ноября триплекс обеспечивает, по своей сути, сбалансированная сборка. Для бесперебойной работы не требуется никакого дополнительного уравнивания. Никакие силы инерции не передаются на крепления насосов.

Ф-серии нояб насосы являются умеренные номинальные показатели при относительно низких оборотах. Это уменьшает количество реверсов нагрузки в сильно напряженных компонентах и увеличивает срок службы торцевых частей жидкости за счет консервативных скоростей и работы клапанов.

Цилиндры из кованой стали идентичны и взаимозаменяемы. Гильзы и поршни могут быть проверены без демонтажа. Цельный поршневой шток, выпускной фильтр, гильза, поршень и поршневой шток снимаются и заменяются через переднюю часть насоса.

Всасывающий дегазатор встроен во всасывающий коллектор для уменьшения скачков давления. Ф-1000 цилиндры химическое Никел-покрытый для замедления коррозии. Силовая торцевая крышка может быть снята без нарушения установленных сверху двигателей цельными сменными эксцентриковыми ремнями.

- Более низкая скорость означает увеличение срока службы расходных материалов;
- Фабричная рама;
- Низкое соотношение веса и мощности;
- Елочные шестерни, как зубчатые, так и зубчатые, обрабатываются из легированных стальных поковок.

4. Проблемы, связанные циркуляционной системой буровой установки.

Проблематика циркуляционной системы буровой установки по сей день остается неотъемлемо важным вопросом. Так, например, проблемами комплектации циркуляционной системы буровой установки ранее занимался Епихин А.В. под руководством В.И. Рязанов. Трапезников А.И. провел анализ комплектующего оборудования циркуляционных систем. Так же Ермак О.Н. под руководством Епихина А.В. в своей статье проанализировал и представил ряд недостатков блоков очистки бурового раствора. Вопросом функционирования и комплектации циркуляционной системы ранее занимался Солодухин И.А.

В процессе прохождения производственной практики мне предоставилась возможность поработать по рабочей профессии в качестве помощника бурильщика 5 разряда на протяжении 8 рабочих вахт. В процессе работы непосредственно в циркуляционной системе мне пришлось столкнуться с рядом трудностей, которые непосредственно напрямую связаны с несовершенством циркуляционной системы.

Рассмотрим на примере буровой установки Уралмаш 3000 ЭУК - 1М основные проблемы циркуляционной системы, возникающие при различных технологических процессах в процессе строительства скважины. (см.рис.37)

1.Моральная устарелость оборудования для очистки бурового раствора. В большую очередь это касается вибросит. Вибрационное сито марки «KTL-48» с гибкими натяжными кассетами. Основные проблемы возникающие в процессе бурения с данными виброситами являются постоянная провисание кассет в следствии ослабления болтов, а также загрязненных их резьб, что в дальнейшем приводит к их непригодности и переламывание пополам самих кассет. В течении одной смены требовалось заменить от 2 до 4 касет. Также установка сеток с мелкой ячейкой производится с целью повышения степени очистки, но использование мелкоячеистых сеток приводит к уменьшению пропускной способности вибросита.

1-ШН-шламовый насос; 2-ЦФ -центрифуга; 3-ВС-вибросито;
4-ИГ - илоотделитель; 5-ГЦ-гидроциклон; 6-ВН-винтовой насос; 7-ДГ-
дегазатор; 8-БН –буровой насос; 9- $d_2=\varnothing 273=10''$; 10- $d_3=\varnothing 219=8''$; 11-;
 $d_4=\varnothing 159=6''$; 12- $d_4=\varnothing 114=4''$; 13- $d_6=\varnothing 73=2.5''$; $d_7=\varnothing 50=2''$; 14- $d_8=\varnothing 25=1''$

2. Отсутствие площадки для хранения химических реагентов непосредственно в циркуляционной системе, так как постоянно они располагались рядом с входом в насосный блок на улице под дождем и снегом, что в дальнейшем сказывалось на самом качестве химического сырья и не рентабельности в его дальнейшем использовании.

3. Непрактичное расположение блоков циркуляционной системы, в том числе сильный разброс по её периметру ступеней очистки бурового раствора. Блоки циркуляционной системы имеют различную высоту, что изначально закладывает в конструкцию наличие множества лестниц, что затрудняет, замедляет передвижение и повышает опасность получения травмы. Существенно увеличивает временные затраты на проведение различных операции и неграмотное расположение ступеней очистки, которые находятся в различных частях ЦС.

4. Неотлаженная совместная работа горизонтальных шламовых насосов. Дело в том, что один насос не справлялся с потоком поступающего очищенного бурового насоса (особенно на интервалах бурения под кондуктор и направление), а при совместном использовании двух шламовых насосов не хватало потока поступающего бурового раствора. Это приводило к всасыванию воздуха и дальнейшей порче самого насоса. Так же очень важным фактором было, что иногда электрика не справлялась с одновременной работой двух насосов. Периодически срабатывали предохранители в электрическом шкафчике, что в дальнейшем следовало к отключению насосов и остановке технологического процесса. За время производственной деятельности на буровой установке производился несколько раз ремонт насосов.

5. Засорение шнекового конвейера в процессе бурения интервала – кондуктор. Основной причиной засорения являлась глина, которая налипала в местах крепления, что в дальнейшем приводило к остановке бурения и очистке от выбуренной породы.

6. Экологическая опасность от работы циркуляционной системы. За время бурения одной скважины под ЦС скапливались большие объемы бурового раствора, которые происходили за счет не герметичности емкостей и сливных клапанов, а также из-за отсутствия специальной предохранительной емкости под ЦС.

Проанализировав вышеуказанные недостатки приведенной циркуляционной системы, были сделаны следующие выводы:

1. Требуется замена старого оборудования циркуляционной системы и установка принципиально нового.
2. Направления совершенствования ЦС: уменьшение металлоемкости и себестоимости, повышение экологичности, безопасности и культуры производства персонала.
3. Требуется использование технологических новинок, но при этом необходимо контролировать исправное взаимодействие оборудования ЦС между собой.

5.Рекомендации по совершенствованию циркуляционной системы буровой установки Уралмаш 3000 ЭУК -1М.

5.1 Моральная устарелость оборудования.

Основная проблема, которая возникала при работе вибросита в циркуляционной системе это провисание кассет в следствии постоянного ослабления болтов и загрязнения их резьб, что в следствии приводило к их непригодности. Так же происходили переломы самих кассет, что приводило к ее замене и потерянного времени. На рисунке 38 можно пронаблюдать на схеме место расположения проблемы. А также на Рисунке 39 наглядно можно посмотреть перелом кассеты.

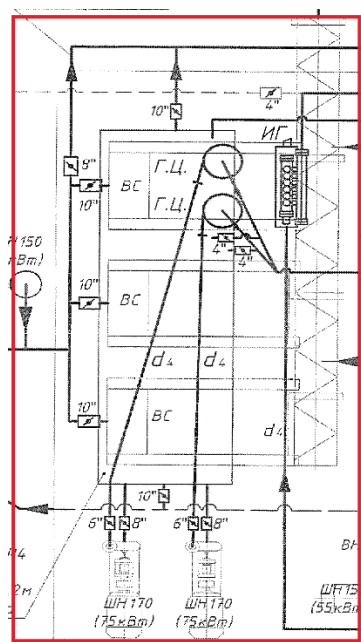


Рисунок 38 – Место расположения вибросита на схеме циркуляционной системы буровой установки.

Вибрационное сито марки «KTL-48» является прямолинейным с гибкими натяжными кассетами. Долговечность натяжных кассет в первую очередь зависит от того насколько качественно они натянуты. На рисунке 40 можно детально пронаблюдать, за конструкцией крепления натяжной-бескаркасной кассеты на раму вибросита. Малейшее провисание или ослабление кассеты останавливает процесс транспортировки шлама по виброситу и если вовремя не исправить ее натяжение, то это приводит к дырам

на ситах или переламыванию самой кассеты. Обусловлено это тем, что в месте провисания она начинает биться об опорные ребра.

Таким образом подводя итог лично на своем опыте могу сказать, что за смену приходилось менять порядка 3-4 кассет.

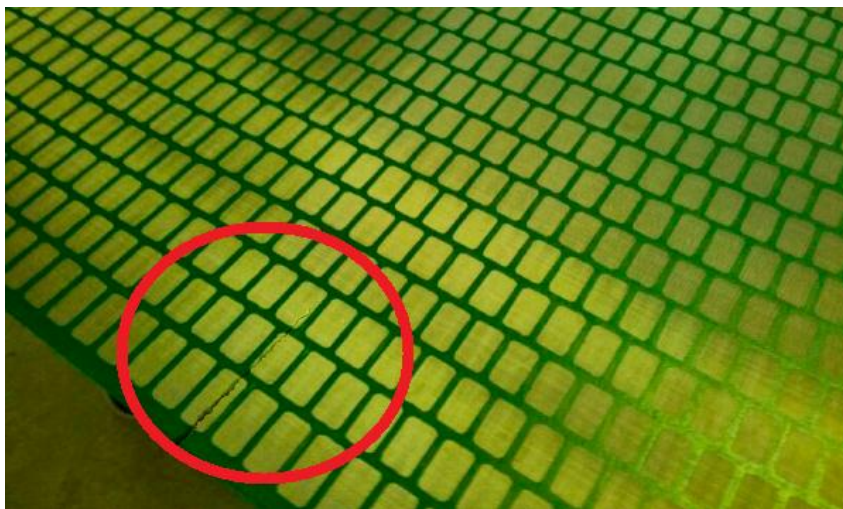


Рисунок 39 – Перелом натяжной кассеты.

Главным плюсом каркасных кассет по отношению натяжным является постоянно отличная фиксация кассеты, с связи с другим видом крепления на раме, а также каркасу самой кассеты которой качественно изготовлен, и в свою очередь обеспечивают большую долговечность. Также если сравнивать их между собой, то на каркасных кассетах в связи с отсутствием выгнутой поверхности относительно натяжных - гибких кассет отсутствует течение промывочной жидкости вдоль бортов рамы вибросита.



Рисунок 40 – Узел натяжного болта и рейка натяжных кассет.

Конструкция каркасной виброкассеты состоит из двух сеток, соединенной между собой пластиковой решеткой, изготовленной в виде жесткой рамы, толщиной порядка 40мм. В виду этого конструкция данной кассеты не нуждается в использовании натяжных приспособлений в виде болтов с гайками. Конструкция данной кассеты представляет крепления в виде клиньев на которых используются виброгасящие материалы. На рисунке 41 можно детально изучить данную кассету.



Рисунок 41 – Жесткая-каркасная кассета вибросита.

Основным плюсом данной кассеты является ее простота в использовании. При обнаружении дырки в кассете, не следует ее менять, стоит просто выключить вибросита и забить заглушку, предусмотренную заводом изготовителем. В связи с чем экономится большое количество времени.

Произведем расчет и в котором сравним стоимость двух видов сеток, а также сколько потребуется затрат при натяжных сетках и жестких-каркасных.

Среднее время, затраченное на бурение скважины глубиной 3000-3100м 100 часов, что получается 8 рабочих смен. В которой в среднем перелаивается 3-4 сетки. Стоимость одной натяжной сетки – 4100 рублей, каркасной – 7000. В связи с тем, что у нас стоит 3 вибросита нам потребуется 3 сетки на каждое вибросито, но так как на интервал кондуктор и для эксплуатационной колонны нам нужны сетки разных размеров, поэтому начальное количество сеток будет равняться 18. Найдём дополнительное

количество кассет, которое нам потребуется для замены и общую стоимость натяжных кассет.

Найдем количество кассет требующихся дополнительно для замены:

$$n_{\text{доп.}} = n_{\text{смен}} * n_{\text{к.ср.}} = 8 * 3 = 25 \quad (1)$$

Где $n_{\text{смен}}$ - количество рабочих смен, затраченных непосредственно на бурение скважины;

$n_{\text{к.ср.}}$ - количество кассет для замены за одну смену.

Найдем стоимость, которая потребуется для закупки дополнительных кассет, руб:

$$C_{\text{доп.}} = n_{\text{доп.}} * C_{\text{к}} = 25 * 4100 = 102500 \quad (2)$$

Где $C_{\text{к}}$ - стоимость одной натяжной кассеты для вибросита.

Посчитаем общую стоимость затрат на натяжные кассеты для вибросита для бурения одной скважины, руб:

$$C_{\text{общ1}} = (n_{\text{к.н.}} * C_{\text{к}}) + C_{\text{доп.}} = (18 * 4100) + 102500 = 176300 \quad (3)$$

Где $n_{\text{к.н.}}$ - необходимое количество кассет для работоспособности всех вибросит.

Найдем общую стоимость затрат на 1 скважину для каркасных кассет, при установке других вибросит, руб:

$$C_{\text{общ2}} = n_{\text{к.н.}} * C_{\text{к}} = 18 * 7000 = 126000 \quad (4)$$

Где $n_{\text{к.н.}}$ - количество каркасных кассет необходимое для работоспособности всех вибросит;

$C_{\text{к}}$ - стоимость одной каркасной кассеты для вибросита.

Посчитаем разницу при использовании натяжных и каркасных кассет для вибросита, руб:

$$C_{\text{р}} = C_{\text{общ1}} - C_{\text{общ2}} = 176300 - 126000 = 50300 \quad (5)$$

Таким образом при использовании вибросит с жесткими каркасными кассетами мы экономим 50300 рублей на одной скважине.

Далее посчитаем время простоя, которое было затрачено на замену вышедших из строя натяжных кассет, ч:

$$t = \frac{n_{\text{доп}} + t_3}{60} = \frac{25 \cdot 20}{60} = 8 \text{ч} 20 \text{ мин} \quad (6)$$

Где t_3 - время затраченное на замену натяжной кассеты вибросита.

Общее время простоя в связи со сменой кассет вибросит буровой бригады будет 8,3 часа при бурении одной скважины.

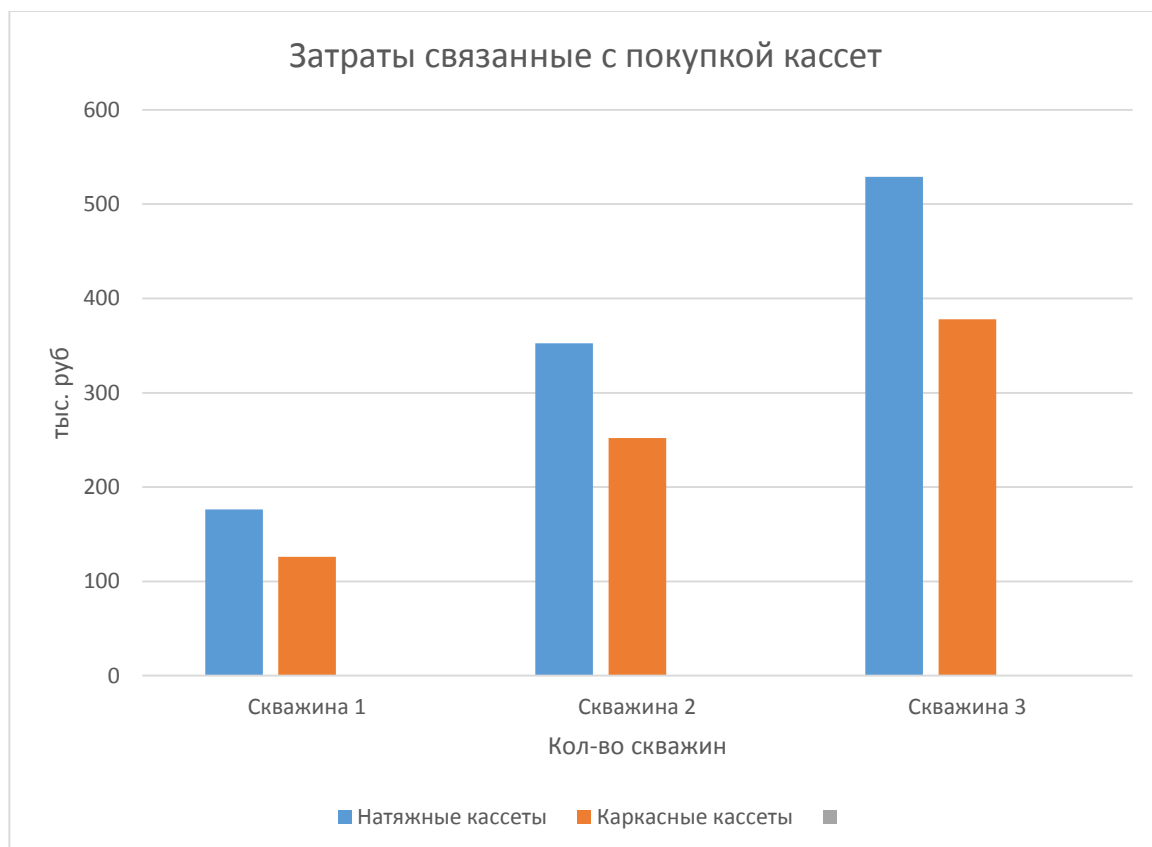


Рисунок 42 – Затраты, связанные с покупкой кассет.

Проанализировав все плюсы и минусы натяжных и жестких-каркасных кассет для вибросит, а также сравнив экономическую составляющую главным решением будет являться замена вибросита марки «KTL-48» с натяжными кассетами на вибросито с жесткими-каркасными кассетами марки «ZS/Z-2».

Основными плюсами китайского вибросита марки «ZS/Z-2» является относительная не дороговизна и простота в использовании. Ниже будет приведен рисунок 43, на котором можно детально рассмотреть устройство вибросита.

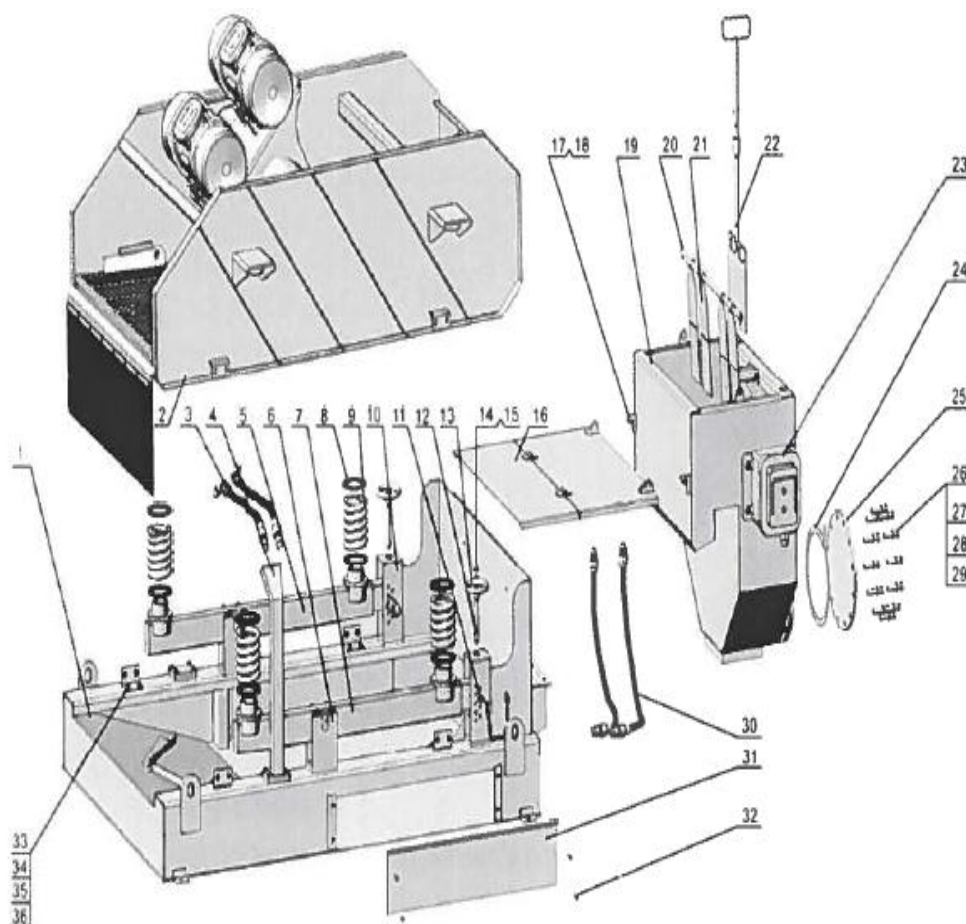


Рисунок 43 – Устройство вибросита ZS/Z-2.

1-Основание вибросита;2-Короб в сборе «виброрама»;3-Соединительный шланг;4-Труба для кабеля;5-Левая балка;6-Основание;7-Правая балка;8-Амортизационная прокладка;9-Сжатая пружина;10-Регулирующий держатель;11-Штифт;12-Регулируемый винт;13-Волнистая рукоятка 16x160;14-Гайка М16;15-Прокладка;16-Противобрызговый механизм;17-Вал штифта;18-Штифт 2,5x25; 19- Ящик для бурового раствора;20-Штифт 4x40;21-Дефлектор;22-Заслонка;23-Панель электроуправления;24-Уплотнительная прокладка;25-Слепая плита;26-Винт М20x85;27-Гайка М20;28,29-Прокладка;30-Соединительный шланг;31-Линейка;32,33-Болт М12x35(40);34-Гайка М12x35-36;

Также ниже приведен рисунок 44 на котором данное вибросито продемонстрировано в действии и хорошо зарекомендовало себя на другой буровой установке фирмы Уралмаш.



Рисунок 44 – Работа вибростита «ZS/Z-2» в процессе бурения с разных ракурсов.

5.2 Сооружение площадки под химические реагенты

Вторым важным решением по улучшению циркуляционной системы будет сооружением площадки под химические реагенты для приготовления технологической жидкости. Так как постоянное расположение на улице приводит их к непригодности для дальнейшего использования (см. рис. 45). Оптимальным местом для расположения будет являться блок приготовления и хранения.



Рисунок 45 – место хранения хим. реагентов.

На схеме циркуляционной системы буровой установки можно детально рассмотреть блок приготовления (см. рис.46) и спроектировать оптимально место для размещения химических реагентов.

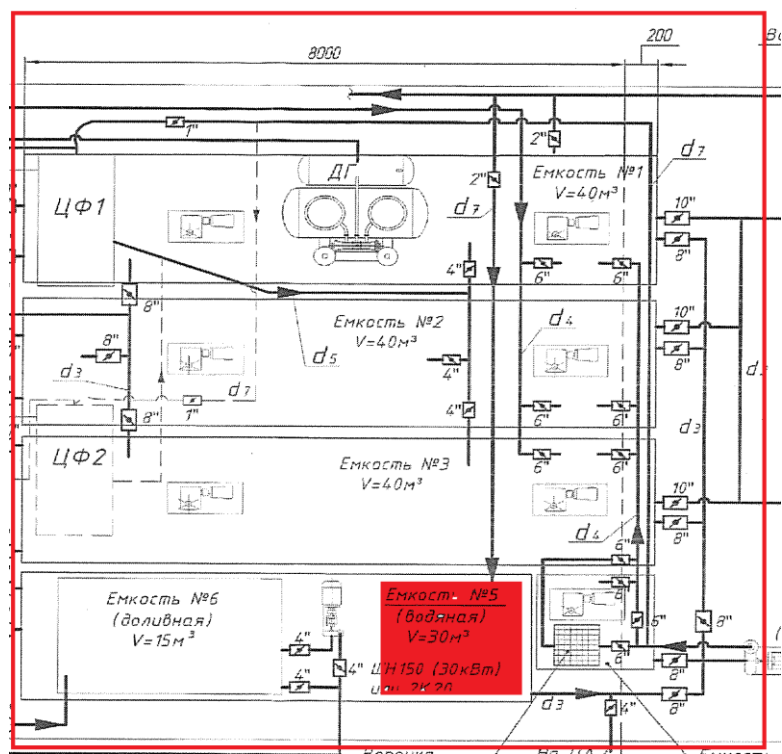


Рисунок 46 – Блок приготовления циркуляционной системы.

Таким образом самым оптимальным местом для площадки химических реагентов будет являться выделенная область красным цветом на рисунке 46.

Принятое решение было обусловлено пустым пространством, подходящим для площадки и рядом расположенной смесительной воронкой. На рисунке 47 продемонстрировано как это будет выглядеть.



Рисунок 47 – Площадка для хранения хим. Реагентов.

5.3 Неотлаженная совместная работа горизонтальных шламовых насосов.

Во-первых, при проектировании ЦС необходимо подбирать ГШН так, чтобы таких ситуаций не возникало. Необходимо проводить соответствующие расчеты с целью определения оптимального расхода этих насосов и оценки их суммарного взаимодействия. Во-вторых, предлагается установить на емкости для очищенного бурового раствора уровнемеры с заданием для них критических уровней раствора. При достижении верхнего уровня система подает звуковой сигнал помощнику бурильщика и автоматически включает оба насоса или второй насос (если первый уже работал). Если уровень раствора падает ниже середины емкости, то система с подачей звукового сигнала выключает один из насосов. Если уровень падает ниже нижнего критического уровня, то система с подачей звукового сигнала выключает первый насос и ожидает заполнения емкости до середины.

Также же одним важным решением является провести брандспойт от линии, которая идет на дальнейшую очистку из приемной емкости. Тем самым при использовании бурового раствора можно смывать прилипающую глину. Очень важным плюсом данного решения является, то что при длительном использовании воды начинает разбавляться буровой раствор и терять свои параметры и свойства. данное решение можно посмотреть на рисунке 48.



Рисунок 48 – Соединение Брандспойта с линией.

5.4 Шнековый конвейер.

Следующим очень важным решением по совершенствованию циркуляционной системы является улучшение шнекового конвейера. В процессе бурения интервала кондуктора происходит налипание шлама на шнековый конвейер (см. рис. 48), что в дальнейшем приводит к его приостановке в связи с невозможностью его дальнейшей эксплуатации. В свою очередь приводит к дополнительным мерам по очистке шнека и потраченному времени. На моем личном опыте данный инцидент происходил несколько раз за смену. И каждый раз в среднем 20 минут на очистку шнека от глины. Таким образом произведем расчет.

Найдем общее затрачиваемое время на очистку шнека от шлама при бурении скважины:

$$t = \frac{n_c + t_3}{60} = \frac{8 \cdot 40}{60} = 5 \text{ ч } 20 \text{ мин} \quad (7)$$

Где n_c - количество смен потраченных непосредственно на бурение одной скважины;

t_3 - время затрачиваемое на очистку шнека за одну смену.

Таким образом мы имеем на одной скважине 5 ч 20 минут простоя буровой бригады в связи с очисткой шнека от налипшей глины.



Рисунок 48 –Налипание шлама на шнековый конвейер.

Моим главным решением является создание так называемой в простонародье «удочки», которая поможет избежать выше указанные проблемы и не допустить простоя по времени.

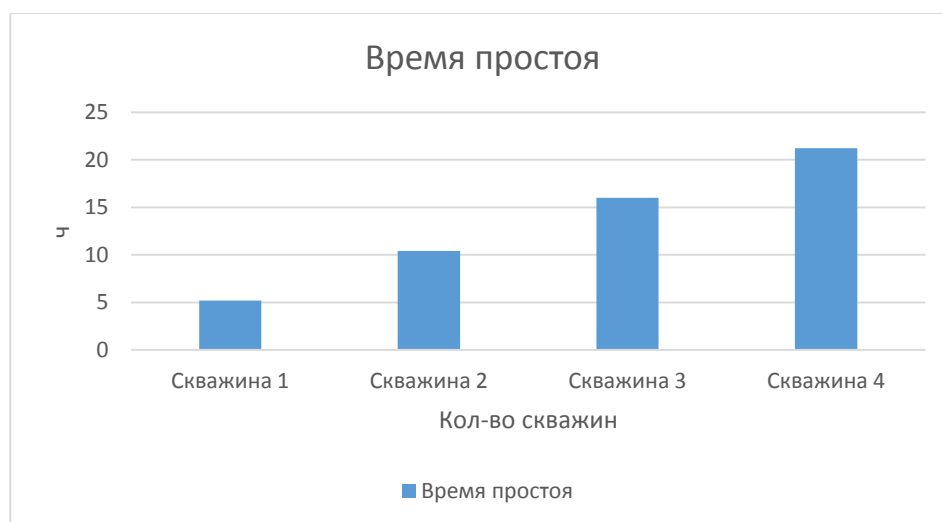


Рисунок 49 – Время простоя.

Что же из себя представляет та самая удочка? Конструкция, на которой подвешен вертикальный шламовый насос, лебедка, плита утяжелитель, блок управления и шланги. Принцип работы предельно прост, делаем в начале шнека соединения для подключения шлангов путем навинчивания гайки на резьбу. Опускаем вертикальный шламовый насос с помощью лебедки в амбар и включаем его, откуда он начинает качать воду и подавать ее в шнековый конвейер. Тем самым не допускается момент налипания глины, она сразу выносится вместе с водой в амбар, где вода отделяется от тяжелой фракции выбуренной породы и снова поступает в насос. Конструкция удочки можно посмотреть на рисунке 50.

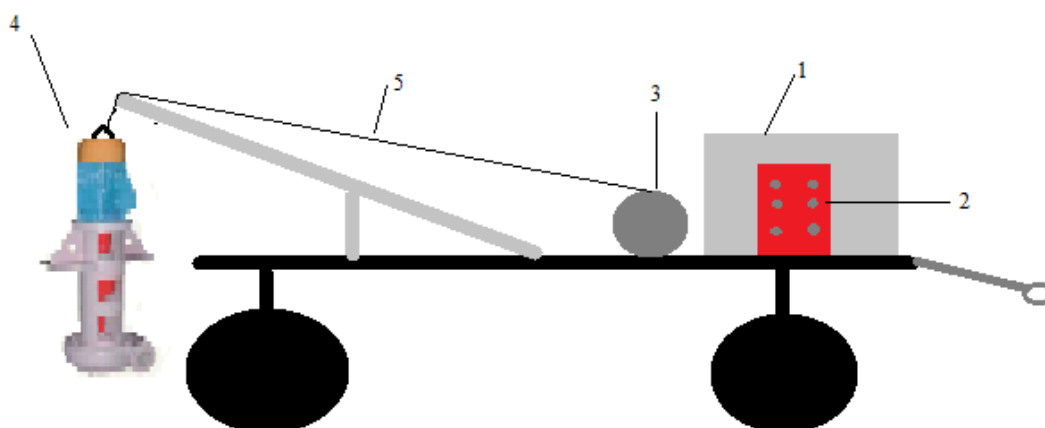


Рисунок -50 конструкция удочки.

1-Плита противовес-утяжелитель, 2- панель управления конструкцией, 3- лебедка, 4-вертикальный шламовый насос, 5-лебедочный тросс.

5.5 Экологическая опасность работы циркуляционной системы.

Утечки бурового раствора в данной системе происходят из-за изношенности самой ЦС, а также мерников и сливных клапанов (см. рис. 51).



Рисунок 51 – Розлив технологической жидкости под буровую установку.

Предполагается создать поддон-емкость $V=15\text{м}^3$ (см. рис. 52) под ЦС, в который будет попадать буровой раствор и техническая вода из ЦС. Удаление раствора будет производиться с помощью ВШН. Само приспособление планируется установить в местах под сливными клапанами, чтобы та же жидкость попадала напрямую в емкость. При передвижении буровой установки, емкость двигалась вместе с буровой установкой.

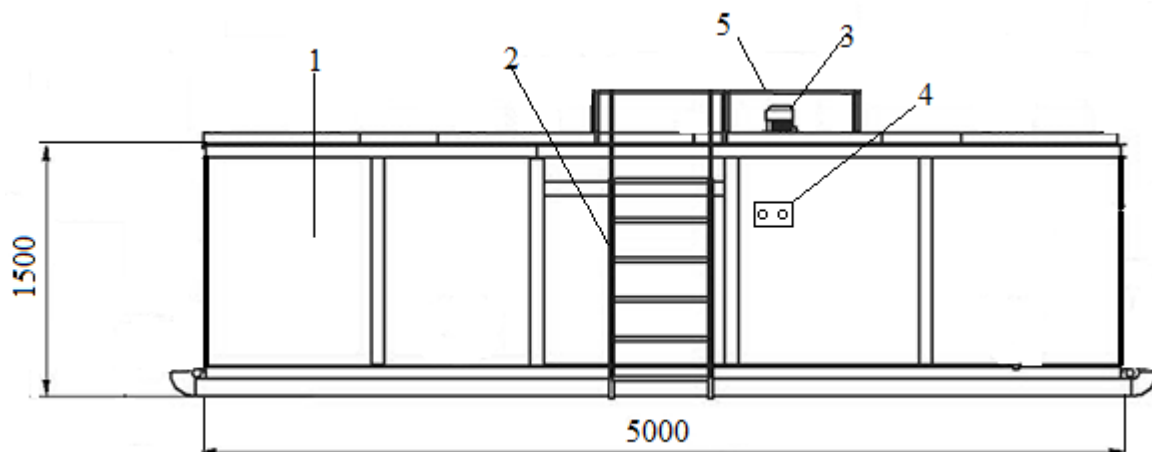


Рисунок 52 – поддон-емкость для сбора

1-Емкость для сбора тех. жидкости; 2-лестница; 3- Вертикальный шламовый насос; 4- Панель управления вертикальным шламовым насосом; 5-поручни.

5.6 Обновленная циркуляционная система буровой установки.

Исходя из выше приведенных рекомендаций по совершенствованию циркуляционной системы буровой установки Уралмаш 3000 ЭУК -1М, рассмотрим детально на рисунке 54 внесенные изменения и сделаем суммарный расчет, в котором подведем результат технико-экономической эффективности. На рисунке 53 можно детально рассмотреть нововведения.

Далее произведем расчет общего затраченного времени на очистку шнека и замену натяжных кассет вибросита:

$$t_{\text{общ}} = t_{\text{шн}} + t_{\text{к}} = 8,2 + 5,2 = 13 \text{ ч } 40 \text{ мин.} \quad (8)$$

Таким образом исходя из расчетов у нас получается 13ч 40мин простоя буровой бригады на 1 скважине. Исходя из этого выше принятые решения по разрешению проблемы считаются более чем эффективными.

На рисунке 53 можно пронаблюдать какое время простоя буровой бригады образуется при бурении пяти скважин.

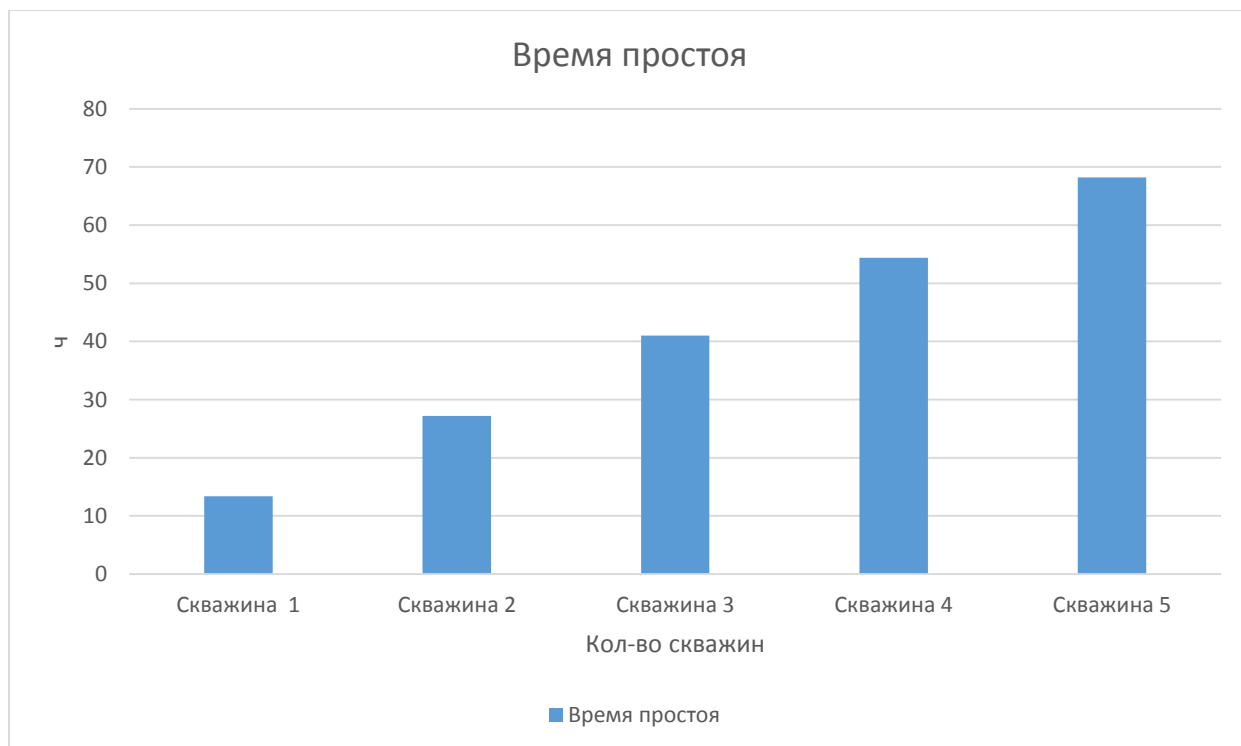


Рисунок – 53 Общее время простоя буровой бригады на 5 скважинах.

Далее посчитаем в какую сумму компании обойдется общее время простоя буровой бригады. Если средняя стоимость 1 рабочей смены буровой бригады подрядчика составляет 500000 руб.

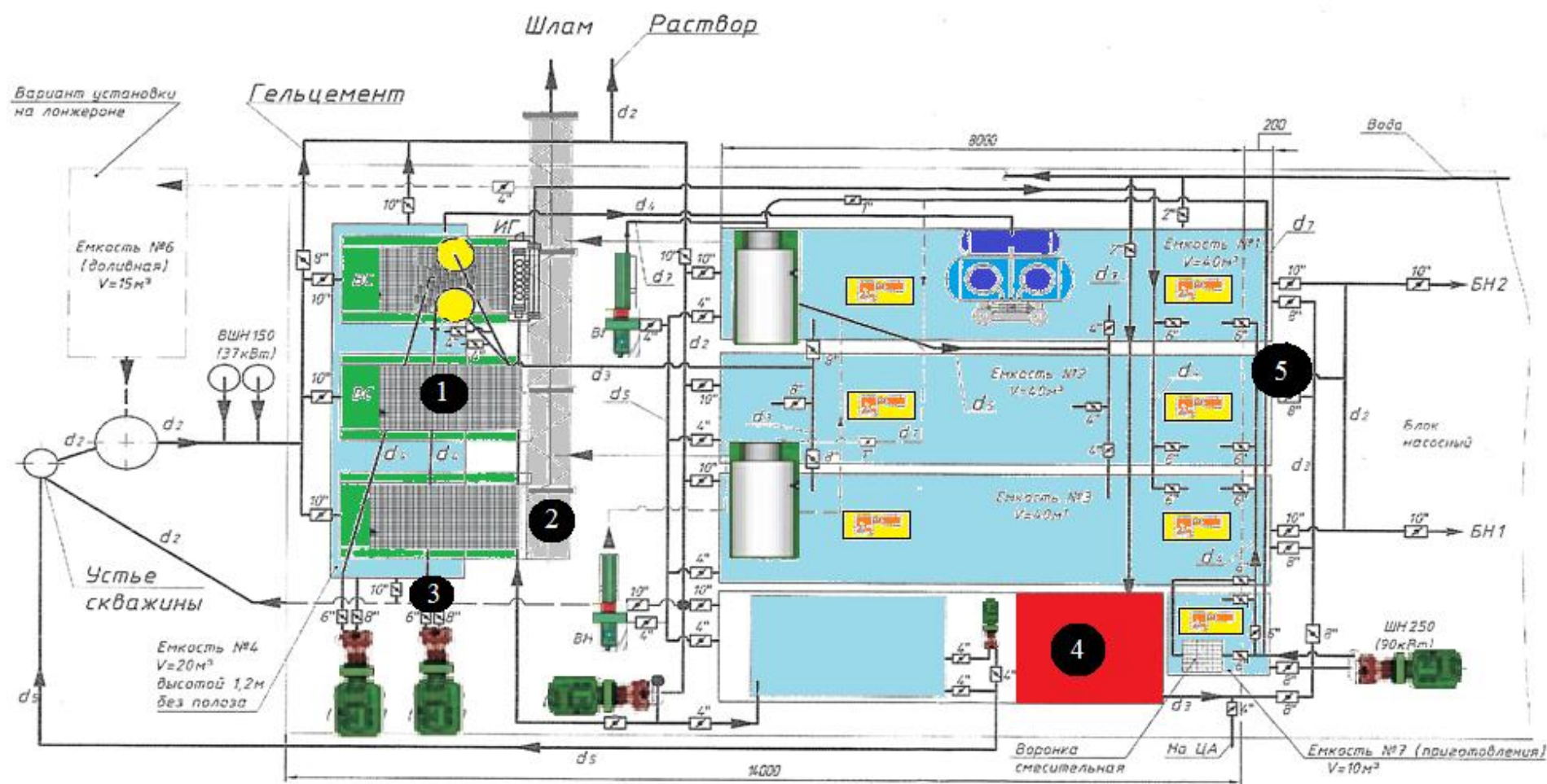


Рисунок – 54 Обновленная циркуляционная система БУ Уралмаш 3000 ЭУК -1М.

1-Замененные вибросита;2-Усовершенствованный шнек;3-Улучшение гшн;4-Создание площадки под хим.реагенты; 5- Создание поддона-емкости под циркуляционную систему.

То исходя из этого найдем стоимость времени простоя буровой бригады на 1 скважине, руб.

$$C_{\text{пр}} = (t_{\text{об}} * 500000 / t_{\text{ср}}) = (13,4 * 500000 / 100) = 558333 \quad (9)$$

Где $t_{\text{ср}}$ - среднее время затраченное непосредственно на бурении скважины;
500000 – стоимость 1 рабочей смены буровой бригады;

Исходя из расчетов, мы имеем, что время простоя на одной скважине компании обходится в 558333 рубля. На рисунке 55 продемонстрировано общие экономические затраты буровой бригады.

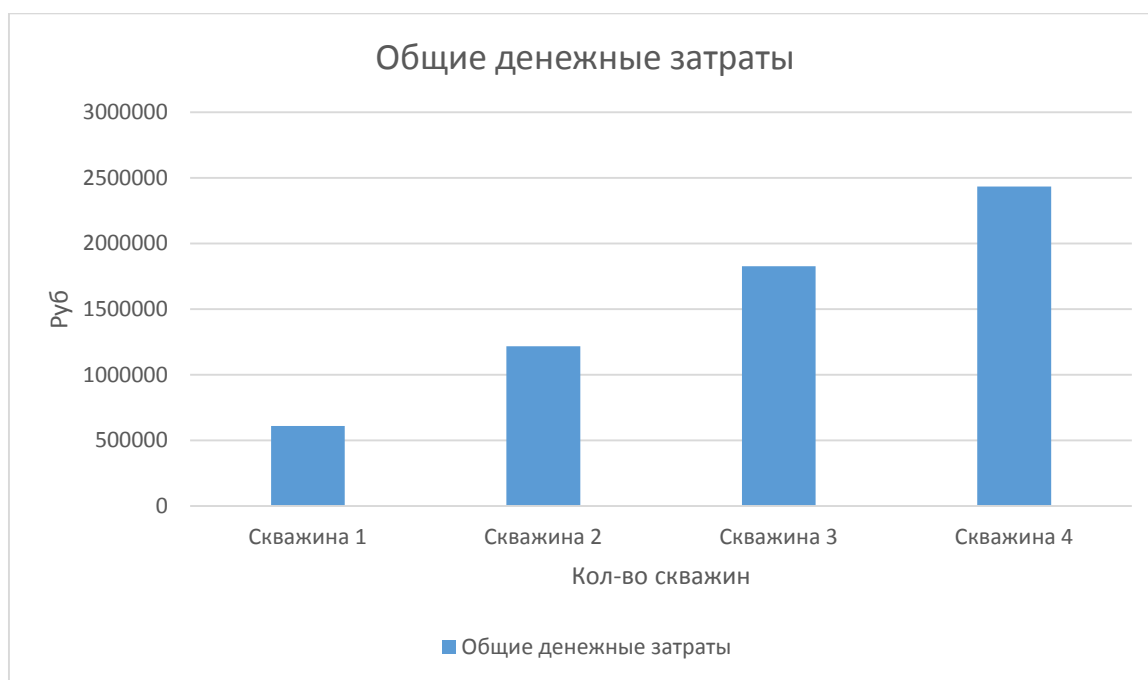


Рисунок 55 – Общие экономические затраты.

Подводя итог можно считать, что предложенные рекомендации с технико-экономической стороны оправдывают свою необходимость. За счет установки вибросита с каркасными кассетами, а также «удочки» происходит экономия 608633 рублей на 1 скважине.

Создание площадки для хим реагентов, существенно сократит затраты, а также химические реагенты будут в хорошем качестве. Создание поддона-емкости существенно повлияет на экологический положительный эффект для

окружающей среды. Отлаженная система откачки бурового раствора из приемной емкости положительно скажется на работоспособности горизонтальных шламовых насосов. А очистка вибросит с помощью брандспойта который идет по линии из приемной емкости существенно положительно скажется на качестве бурового раствора.

6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.

Целью магистерской диссертации является разработка рекомендаций к совершенствованию циркуляционных систем буровых установок. Таким образом, в данном разделе выпускной квалификационной работы необходимо оценить перспективность и экономическую эффективность использования современного отечественного оборудования для циркуляционной системы буровой установки.

Потенциальными потребителями результатов данной работы будут являться буровые нефтесервисные компании.

С этой целью необходимо:

- составить SWOT-анализ;
- составить график проведения научного исследования
- сравнить затраты на приобретение оборудования отечественного и зарубежного производства;
- оценить экономическую эффективность использования оборудования отечественных производителей

6.1. SWOT анализ

Первым этапом SWOT анализа является выявление сильных и слабых сторон научно-исследовательской работы и поиск потенциальных угроз для реализации проекта.

Результаты первого этапа SWOT анализа, представлены в таблице 18.

Таблица 18 - Результаты первого этапа SWOT анализа.

	Сильные стороны: С1. Финансирование из бюджета;	Слабые стороны:
--	--	-----------------

	С2. Широкая база данных в общественном доступе;	Сл1. Возможные неточности вследствие неучтенности третьих факторов, неуказанных в доступных рапортах и сводках.
<p>Возможности:</p> <p>В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ;</p> <p>В2. Сотрудничество с предприятиями - сервисными буровыми организациями;</p> <p>В3. Возникновение дополнительного спроса на исследование;</p>		
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Невостребованность результатов исследования;</p> <p>У2. Развитие конкуренции (консультационные компании, предоставляющие услуги в виде рекомендаций по снижению УВН)</p> <p>У3. Снижение бюджета на исследование;</p>		

На втором этапе SWOT анализа необходимо выявить соответствие сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Данное мероприятие покажет если есть необходимость в проведении коренных изменений. По результатам второго этапа были составлены интерактивные матрицы, которые представлены в таблицах 19 – 22.

Таблица 19 - Интерактивная матрица «возможности - сильные стороны»

Возможности		Сил 1	Сил 2
	Возм 1	-	+
	Возм 2	-	+
	Возм 3	+	+

По результатам анализа таблицы «возможности-сильные стороны» выделяются следующие коррелирующие позиции: В1С2, В2С2, В3С1С2.

Таблица 20 - Интерактивная матрица «возможности - слабые стороны»

Возможности		Слаб 1
	Возм 1	-
	Возм 2	+
	Возм 3	+

По результатам анализа таблицы «возможности - слабые стороны» можно выделить следующие коррелирующие позиции проекта: В2Сл1, В3Сл1.

Таблица 21 - Интерактивная матрица «угрозы-сильные стороны»

Угрозы		Сил 1	Сил 2
	Угр1	-	-
	Угр 2	-	-
	Угр 3	-	+

По таблице «угрозы-сильные стороны» выделяются следующие коррелирующие угрозы и сильные сторон: У3С2.

Таблица 22 - Интерактивная матрица «угрозы-слабые стороны»

Угрозы		Слаб 1
	Угр 1	+
	Угр 2	+
	Угр 3	-

Анализируя интерактивную матрицу по таблице «угрозы-слабые стороны» можно выделить следующие позиции: У1Сл1, У2Сл.

На третьем этапе SWOT анализа составляется итоговая матрица, включающая в себя описание сильных, слабых сторон и угроз, данная информация представлена в таблице 20.

Таблица 23 - Итоговая таблица SWOT анализа

	<p>Сильные стороны:</p> <p>С1. Финансирование из бюджета;</p> <p>С2. Широкая база данных в общественном доступе;</p>	<p>Слабые стороны:</p> <p>Сл1. Возможные неточности вследствие неучтенности третьих факторов, неуказанных в доступных рапортах и сводках.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ;</p> <p>В2. Сотрудничество с предприятиями - сервисными буровыми организациями;</p> <p>В3. Возникновение дополнительного спроса на исследование;</p>	<p>Выявленные соответствия из интерактивной матрицы «возможности-сильные стороны»:</p> <p>В2С3 – широкая база данных, имеющаяся в открытом доступе, может быть дополнена данными от предприятий, что может полностью покрыть потребность в исходных данных;</p> <p>В3С1С2 – так как данные исследования финансируются из бюджета, что дает преимущество перед компаниями конкурентами.</p>	<p>Выявленные соответствия из интерактивной матрицы «возможности-слабые стороны»:</p> <p>В2Сл1 – возможные неточности вследствие неучтенности третьих факторов, неуказанных в доступных рапортах и сводках., в случае сотрудничестве с предприятиями, сервисными- буровыми организациями;</p> <p>В3Сл1 – возможные неточности вследствие неучтенности третьих факторов, неуказанных в доступных рапортах и сводках в связи с возникновением дополнительного спроса на исследование.;</p>

Угрозы: У1. Невостребованность результатов исследования; У2. Развитие конкуренции (консультационные компании, предоставляющие услуги в виде рекомендаций по снижению УВН) У3. Снижение бюджета на исследование;	Выявленные соответствия из интерактивной матрицы «угрозы-сильные стороны»: У3С2 - широкая база данных в общественном доступе в связи с этим есть угроза снижение бюджета на исследование.	Выявленные соответствия из интерактивной матрицы «угрозы-слабые стороны»: У1Сл1 – возможно отсутствие спроса на данное исследование вследствие возможных неточностей вследствие неучтенности третьих факторов, неучтенных в доступных рапортах и сводках.; У2Сл1 – возможно развитие конкурентных исследований в области изучения УВН и повышения качества выдаваемых ими консультаций;
--	--	---

6.2 Составление графика проведения научного исследования

Данная диаграмма представляет собой график, где работы каждого этапа представлены протяженными во времени отрезками, которые характеризуются датами начала и окончания выполнения данных работ. Длительность этапов рассчитывается как:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}},$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях; T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях; $k_{\text{кал}}$ – коэфф. календарности.

Коэффициент календарности находится согласно формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - (T_{\text{вых}} + T_{\text{пр}})},$$

где $T_{\text{кал}} = 366$ – количество календарных дней в году; $T_{\text{вых}} + T_{\text{пр}} = 118$ – количество выходных и праздничных дней в 2020 году.

$$k_{\text{кал}} = \frac{366}{365-118} = 1,48.$$

Полученные по результатам расчетов значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} округляем до целого. Все полученные значения представлены в таблице 24.

Таблица 24 – Временные показатели проведения научного исследования

Виды работ	Трудоемкость работ			Исполнители	Продолжительность работ в раб. днях, T_{pi}	Продолжительность работ в календ. днях, T_{ki}
	t_{min} , чел-дни	t_{max} , чел-дни	$t_{ож}$, чел-дни			
Определение темы исследования	8	12	9.6	Руководитель	9.6	14.21
Подбор и изучение литературных источников	13	20	15.8	Магистрант	15.8	23.38
Планирование работ	2	5	3.2	Руководитель Магистрант	1.6	2.37
Оформление литературного обзора	8	12	9.6	Магистрант	9.6	14.21
Подбор базы данных, соответствующих заданным критерия, для проведения аналитических исследований	27	34	29.8	Магистрант	29.8	44.10

Анализ результатов исследования, оформление выводов	27	34	29.8	Руководитель магистрант	14.9	22.05
Написание магистерской диссертации	8	12	11	Магистрант	11	14.21

На основании таблицы 18 строится календарный план график проведения научно-исследовательских работ (таблица 25)

Таблица 25. Календарный план-график.

№ работ	Вид работ	Исполнитель	Т _к , кал. дни	Продолжительность выполнения работ				
				январь	февраль	март	апрель	май
1	Определение темы исследования (9.01.20 - 22.01.20)	Руководитель	14					
2	Подбор и изучение литературных источников (23.02.20 - 14.02.20)	Магистрант	23					
3	Планирование работ (15.02.20 - 16.02.20)	Руководитель, Магистрант	2					
4	Оформление литературного обзора (17.02.20 - 2.03.20)	Магистрант	14					
5	Подбор базы данных, соответствующих заданным критериям, для проведения аналитических исследований (3.03.20 - 15.04.20)	Магистрант	44					
6	Анализ результатов исследования, оформление выводов (16.04.20 - 7.05.20)	Руководитель, Магистрант	22					
7	Оформление диссертации (8.05.20 - 21.05.20)	Магистрант	14					

– руководитель;
 – магистрант.

6.3 Капитальные затраты

6.3.1 Затраты на закупку оборудования

Для расчета возьмем оборудования отечественного и иностранного производства. В связи с тем, что каждая компания с акцентирована на производстве определенного оборудования, объединим все фирмы в отечественные и иностранные.

Стоимость рассматриваемого оборудования и сопутствующих услуг приведена в таблице 26.

Таблица 26 – Стоимость оборудования

Вид услуги\стоимость, тыс. руб.	Отечественного про-ва	Иностранного про-ва
Вибрационные сита	200000	250000
Пескоотделитель	100000	125000
Илоотделитель	150000	130000
центрифуга	1300000	1500000
Буровые насосы	2000000	2500000

Затраты на приобретение оборудования и инженерного сопровождения являются разовыми для одной скважины.

Обсадная труба является давальческим материалом.

Единовременные капитальные затраты на закупку оборудования:

Стоимость комплекта оборудования отечественного производителя плюс сервисное сопровождение работ с учетом НДС.

Расчет: $(200000 + 100000 + 150000 + 1300000 + 2000000) * 1,18 = 4425000$ руб. за основное оборудование циркуляционной системы.

Стоимость комплекта оборудования зарубежного производителя плюс сервисное сопровождение работ с учетом НДС.

Расчет: $(250000 + 125000 + 130000 + 1500000 + 2500000) * 1,18 = 5315000$ руб. за основное оборудование циркуляционной системы.

6.4 Формирование бюджетного фонда

6.4.1 Расчет амортизации

Норма амортизационных отчислений для буровых установок – 14,3%.

Амортизация для отечественного оборудования
 $= 0,143 * \text{кап.затраты} = 0,143 * 4425000 = 632775$ рублей.

Амортизация для импортного оборудования $= 0,143 * \text{кап.затраты}$
 $= 0,143 * 5315900 = 760173$ рублей.

6.5 Оценка экономического эффекта

Для оценки экономического эффекта необходимо сравнить стоимость оборудования для циркуляционной системы отечественного и зарубежного оборудования.

Для наглядного сравнения стоимости бурового оборудования для циркуляционной системы российского и зарубежного производства можно посчитать стоимость работ с учетом вероятности безотказной работы оборудования.

Для отечественных компаний – 80%.

Для зарубежных компаний – 99%.

Получается, что при разнице в вероятности безотказной работы около 19%, стоимость оборудования и сопутствующих услуг зарубежной компании выше на 20%.

Общая стоимость использования отечественного оборудования:
4425000 рублей.

Общая стоимость использования зарубежного оборудования: 5315000 рублей.

Тогда, на 100 дней непрерывной работы по строительству скважины с использованием отечественного оборудования будет приходиться 20 аварийных случаев и как следствие, ремонт оборудования и отставание от графика.

В связи с тем, что одни сутки простоя буровой бригады, компании обходится в среднем убытком около 1000000 руб. Целесообразнее будет поставить оборудование зарубежного производства, так как безотказность работы на 20 % выше. А ремонт на примере бурового насоса в среднем приходится по времени в 5 часов. Тогда:

$$C1 = 20 \cdot 5 / 24 = 4 \text{ суток.}$$

$$C2 = 4 \cdot 1000000 = 4000000 \text{ рублей.}$$

где $C1$ - среднее время потраченное на ремонт при 100 днях непрерывной работы.

$C2$ – стоимость убытка компании из-за простоя буровой бригады в связи с ремонтом оборудования.

$$\Delta = (5315000 - 4425000) = 890000 \text{ руб.}$$

где Δ – разность цены отечественного и зарубежного оборудования.

Таким образом можно подвести итог, что потратив изначально на 890000 руб больше и закупив буровое оборудование для циркуляционной системы зарубежного производства в долгосрочной перспективе оно окупится быстрее, так как безотказность работы отечественного оборудования меньше порядка чем на 19%. В связи с этим возрастает риск простоя буровой бригады за 100 рабочих дней непрерывной работы на 4000000 руб.

Основной причиной такого явления является слабая поддержка государства в плане финансирования и налоговой политики, а также недостаточное финансирование научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ самими компаниями-производителями.

7. Социальная ответственность.

7.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

К самостоятельному выполнению работ на буровой установке допускаются лица не моложе 18 лет, имеющие среднее профессиональное, высшее образование при наличии удостоверения, дающего право допуска к данному виду работ, а также прошедшие:

- Аттестацию и получившие удостоверения о присвоении соответствующей квалификации в специализированных учебных центрах;
- Медицинский осмотр, не имеющие противопоказаний по здоровью;
- Соответствующее обучение и проверку знаний в области промышленной безопасности, охраны труда и пожарной безопасности;
- Вводный инструктаж;
- Первичный инструктаж;
- Первичный инструктаж на рабочем месте;
- Стажировку на рабочем месте у опытного квалифицированного работника по программе стажировки;
- Обучение безопасным методам и приемам работы
- Проверку теоретических знаний и практических навыков работы в данном объеме данной инструкции, инструкций по видам работ и производственных инструкций.

Находясь на территории кустовой площадки, в производственных и бытовых помещениях, рабочем месте, работник должен соблюдать требования правил внутреннего трудового распорядка, действующего в организации.

Работник имеет право:

1. На рабочее место, соответствующее государственным нормативным требованиям охраны труда и условиям, предусмотренным действующим в обществе коллективным договором.

2. На своевременную и в полном объеме выплату заработной платы в соответствии со своей квалификацией, сложность труда, количеством и качеством выполненной работы, в соответствии с условиями оплаты труда, предусмотренными действующими в Обществе коллективным договором и локальным нормативными актами.

3. На ежегодный оплачиваемый отпуск, предоставляемый в соответствии с графиками отпусков.

4. На социальные льготы в соответствии с законодательством Российской Федерации, действующим в Обществе коллективным договором.

5. На гарантии и компенсации, предусмотренные трудовым законодательством Российской Федерации.

7.2. Производственная безопасность.

В данном пункте рассмотрим вредные и опасные факторы, которые возникают при строительстве скважины на буровой установке.

Таблица 27 – Вредные и опасные факторы, присутствующие на буровой установке в процессе строительства скважины.

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разрабо тка	Изготов ление	Эксплуа тация	
1.Повышенный уровень шума на рабочем месте	+	+	+	ГОСТ 12.1.003-2014 Шум. Общие требования безопасности. [1]
2. Повышенный уровень вибрации		+	+	ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ. Вибрационная болезнь. Общие требования. [2]

3. Поражение электрическим током	+	+	+	ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов. [3]
4. Экстремально низкие температуры;	+	+	+	СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.[4]
5. Пожаровзрывоопасность		+	+	ГОСТ 12.1.010–76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования [5]

7.3. Анализ выявленных вредных факторов

Повышенный уровень шума на рабочем месте.

Одним из самых основных вредных производственных факторов, которому подвержен работник буровой установки является повышенный уровень шума. Шумовое воздействие может привести к профессиональным заболеваниям таким как тугоухость и частичная потеря слуха, а также неверным действиям персонала, которые могут возникнуть при технологических операциях во время строительства скважины. Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума на рабочем месте согласно ГОСТ 12.1.003-2014 не должен превышать 80 ДБ.

На буровой установке основными источниками возникновения шума являются: ротор, ключ АКБ, ключ ГКШ, верхний силовой привод, буровая лебедка, вспомогательная лебедка и буровые насосы.

В качестве защиты работников от повышенного шума на рабочем месте используются средства индивидуальной защиты (СИЗ). К ним относятся наушники.

Следующим вредным производственным фактором, который распространяется на работников буровой является повышенный уровень вибрации. Действие ее на организм опосредуется такими явлениями, как физическое воздействие контакта на поверхность, распространение по тканям колебаний, непосредственная реакция в тканях и органах на воздействие, раздражение механорецепторов, которые вызывают субъективные и нейрорецепторные реакции. Вибрация может мешать прямым путем выполнения рабочих операций, а также оказывать негативное влияние косвенно на работоспособность человека, снижая ее. Основным профессиональным заболеванием, к которому приводит вибрация является: вибрационная болезнь.

Основными источниками вибрации на буровой установке являются: ротор, ключ АКБ, ключ ГКШ, верхний силовой привод, буровая лебедка, вспомогательная лебедка, буровые насосы.

В качестве защиты работников буровой от вредного производственного фактора вибрации используются следующие меры защиты:

- Средства индивидуальной защиты;
- Вибропоглощающие материалы.

К средствам СИЗ относятся: ботинки виброзащитные.

Следующим вредным фактором, влияющим на работников буровой установки, являются экстремально-низкие температурные условия. Они обусловлены для работников, работающих в условиях крайнего севера, а также местностях, приравненных к ним. В связи с этим им положено из средств индивидуальной защиты: костюм для защиты от нефти и нефтепродуктов из смешанных тканей на утепляющей прокладке, валенки, калоши, сапоги кожаные утепленные с жестким подноском, шапка-ушанка, жилет меховой, перчатки с полимерным покрытием – нефтеморозостойкие, подшлемник под каску – ватный, полупальто меховое крытое тканью,

рукавицы меховые. По мимо средств индивидуальной защиты работнику полагается для обогрева в зимнее время 10 минут через каждый час работы.

7.4 Анализ выявленных опасных факторов

Проводя анализ работ при различных технологических процессах в процессе строительства скважины можно сделать следующие выводы. Очень часто работники получают травмы при монтаже или демонтаже различного оборудования, обслуживанию-ремонту оборудованию, в том числе которое находится непосредственно в циркуляционной системе буровой установки, при работе с наличием повышенного или пониженного давления жидкости в сосудах и трубопроводах, при отлете острых кромок оборудования, изделий и инструмента, и подвижных вращающихся элементов производственного оборудования.

В связи с тем, что кустовая площадка, на которой находится буровая установка является опасным производственным объектом и приравненным к III классу опасности от работников всегда требуют повышенной внимательности и использования средств индивидуальной защиты при проведении того или иного технологического процесса строительства скважины. В каждой компании имеются внутренние инструкции по эксплуатации и обслуживанию каждого имеющегося оборудования, которые должны соблюдаться всеми работниками. В случае опасности работники должны как можно быстрее на нее среагировать и принять все необходимые меры для ее устранения.

Электробезопасность является очень важным процессом. Так, например, существует очень большая вероятность поражения электрическим током в циркуляционной системе буровой, а конкретно в зоне ЦСГО при работе с вибрационные ситами или шламовыми насосами. В связи с этим есть нормативный документ ГОСТ 12.1.038-82 [3] в котором прописаны все регламентированные требования касаясь электробезопасности.

На нефтегазодобывающих предприятиях запрещается аварийный режим работы электрических установок. Все электрическое оборудование и электрические инструменты должны иметь заземление и подлежат занулению отдельной жилой кабеля с сечением жилы не менее сечения рабочей жилы.

В качестве предупреждения защиты работников от поражения электрическим током в каждой компании проводят следующие мероприятия:

- Инструктаж персонала, а также присвоения категории по электробезопасности;
- Проведение аттестации оборудования на предмет электрических неисправностей;
- Соблюдение требований и правил безопасности при работе с электрическим оборудованием.
- Вывешивание стендов и плакатов по электробезопасности рядом с электрическим оборудованием.

Пожарная безопасность является наиболее важным фактором т.к. при несвоевременном его предупреждении и устранении пожар может перерасти в чрезвычайное происшествие. Причиной пожара на буровой площадке могут быть: открытый огонь, короткое замыкание, молния, статическое электричество.

Для непосредственного надзора за противопожарным состоянием на буровой перед началом бурения должна быть создана пожарная дружина из членов буровой бригады. Оборудование должно соответствовать ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ "Оборудование производственное. Общие требования безопасности" [8].

Все производственные, подсобные и жилые помещения должны иметь подъездные пути и не должны располагаться вблизи емкостей с горючими материалами и складов лесоматериалов.

В целях предотвращения пожара на буровой запрещается:

- располагать электропроводку на буровой вышке в местах ее возможного повреждения буровым инструментом;
- хранение ГСМ в металлических емкостях ближе 20 метров от буровой установки.

Буровая установка должна быть обеспечена средствами пожаротушения. Противопожарные щиты располагаются: в насосной – у входа на буровую, в котельной, в роторном сарае и на складе ГСМ. В двадцати метрах от культбудки должен быть оборудован инвентарный пожарный щит. Каждый пожарный щит должен содержать: огнетушитель пенный – 2 шт.; лопата – 2 шт.; багор – 2 шт.; топор – 2 шт.; ведро – 2 шт.; ящик с песком – 1 шт.; кашма 2×2 м – 1 шт.; бочка с водой 200 л – 1 шт.

Для исключения возгорания по причине короткого замыкания в электромеханизмах должны использоваться предохранители. Для курения и разведения огня отводятся специальные места. Для проведения сварочных работ оборудуется сварочный пост. Сварочные работы проводятся согласно требованиям представленных в ГОСТ 12.3.003-75 ССБТ "Работы электросварочные. Общие требования безопасности" [9].

Чтобы предупредить возгорание от удара молнии все буровые установки оснащаются молниезащитой, которая должна соответствовать РД 34.21.122-87 "Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений" [10].

7.5 Экологическая безопасность

Охрана окружающей среды является неотъемлемо важным процессом особенно в процессе строительства скважины. В данном разделе рассмотрим, как технологические процессы, происходящие в циркуляционной системе буровой установки, могут отрицательно влиять на экологическую обстановку окружающей среды и представлен ряд мероприятий по их недопущению.

Влияние на атмосферу

К вредным источникам воздействия на атмосферу относятся: выхлопные газы автотранспортной, строительной и дорожной техники необходимые для транспортировки разрабатываемого объекта на место использования.

Для предотвращения загрязнения атмосферы необходимо использовать только исправную технику с минимальными выхлопами углекислого газа в воздух. Регламентирование охраны атмосферы от загрязнений расписано в ГОСТ 17.2.1. 03-84. Охрана природы. Атмосфера. Термины и определения контроля загрязнения [11].

Влияние на литосферу

Источниками загрязнения почвы могут быть: отработанный буровой раствор, выбрасываемый в амбар, тампонажные и буферные жидкости; различные масла, дизельное топливо, нефть. Также следует отметить, что при строительстве скважины может происходить разрушение плодородного слоя почвы. Для сохранения качества почвы необходимо:

- Сократить до минимума попадание различных масел, дизельного топлива и нефти на землю. Для этого необходимо производить их транспортировку только в герметичных металлических емкостях.
- После сооружения всех скважин на кустовой площадке необходимо разровнять кустовое основание, закопать шламовые амбары, произвести рекультивацию поверхностного слоя почвы.
- Необходимо исключить открытое фонтанирование для этого на устье должно устанавливаться противовыбросовое оборудование.

Регламентирование охраны почвы расписано в ГОСТ 17.4.3.04-85. Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения [12]

7.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация — это обстановка на определённой территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, распространения заболевания, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей

или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

В процессе строительства скважины могут возникнуть следующие чрезвычайные ситуации:

- Газонефтеводопроявления;
- Пожары;
- Взрывы;
- Открытые фонтаны;
- Отрыв инструмента в скважине;
- Обрыв талевого каната.

Рассмотрим на примере один из выше перечисленных видов чрезвычайной ситуации на буровой установке, а также мероприятия по его недопущению.

Талевая система буровых установок предназначена для преобразования вращательного движения барабана лебедки в поступательное (вертикальное) перемещение крюка и уменьшения нагрузки на ветви каната. Через канатные шкивы кронблока и талевого блока в определенном порядке пропускается стальной талевый канат, один конец которого крепится неподвижно, другой конец, называемый ходовым (ведущим), крепится к барабану лебедки. Талевая система выполняет спуск и подъем бурильных труб, колонны бурильных труб, обсадных труб в скважину, при этом удерживая ее на весу во время наращивания колонны или бурения, могут происходить разрывы талевых канатов. Что приводит к нарушению технологического процесса, к большим материальным ущербам, а также к травмированию рабочего персонала. Основные причины обрыва талевых канатов являются:

- Износ;
- Неправильная намотка каната;
- Превышению допустимой нагрузки на канат.

За намоткой каната на лебедку, следит и отвечает главный бурильщик, в случае неправильной намотки необходимо остановить спуско-подъемные работы, освободить верхний привод от бурильной колонны и произвести обратную размотку, а затем намотку каната.

Превышение допустимых нагрузок на канат, происходит путем использования дополнительного оборудования, в нашем случае таковым будут, утяжеленные бурильные трубы и система верхнего привода, для того то бы избежать превышений допустимых нагрузок необходимо производить перерасчет с учетом параметров, с учетом дополнительного оборудования и произвести замену талевого каната с необходимой допустимой нагрузкой, а так же своевременно производить перетяжку талевого каната.

Заключение

При выполнении выпускной квалификационной работы мною был проанализирован отечественный и зарубежный рынок оборудования для циркуляционных систем буровых установок. Проведены сравнения между отечественными и зарубежными и сделаны выводы по выявлению лучших.

Проанализированы работы, которыми в различные годы занимались студенты и преподаватели разных вузов.

Взята буровая установка Уралмаш 3000 ЭУК - 1М на которой непосредственно сам работал в процессе прохождения производственной практики помощником бурильщика 5 разряда. Рассмотрены основные проблемы, с которыми столкнулся лично в процессе строительства скважины. Предложены решения – рекомендации по разрешению проблем, связанных с разными технологическими процессами в процессе строительства скважин.

Список литературы:

1. Абубакиров В.Ф. Оборудование буровое, противовыбросовое и устьевое: справочное пособие, Т.1. – М: Газпром, 2007. – 732 с.
2. Булатов А.И. Бурение горизонтальных скважин: справочное пособие. – Краснодар: Советская Кубань, 2008. – 424 с.
3. Нифонтов Ю.А. Ремонт нефтяных и газовых скважин, Ч.1. – С-Пб: Професионал, 2005. – 914 с.
4. Буровое оборудование: Справочник, Т.1./ В.Ф. Абубакиров, Ю.Г. Буримов, А.Н. Гноевых и др. – М: Недра, 2003. – 494 с.
5. Середа Н.Г. Бурение нефтяных и газовых скважин: учебное пособие./– М: Недра, 1988. – 454 с.
6. Сидоров Н.А. Бурение и эксплуатация нефтяных и газовых скважин: учебник для техникумов. - М: Недра, 1982. – 376 с.
7. Егоров Н.Г. Бурение скважин в осложненных условиях. – Тула: Гриф и К, 2006. – 304 с.
8. Чубик П.С. Конспект лекции по буровым промывочным и тампонажным растворам.
9. Мищенко В., Добик А. Мобильные циркуляционные системы для капитального ремонта скважин // Бурение и нефть. – 2005. - №5. – с. 26-27.
10. Мищенко В.И., Картунов А.В. Циркуляционные системы и экологическое оборудование для безамбарного бурения и капитального ремонта скважин // Бурение и нефть. – 2007. - №3. – с. 44 – 49.
11. Гринев В.Ф., Липатов С.В. Преимущества и недостатки отечественной и зарубежной буровой техники // Бурение и нефть. – 2008. - №6. – с. 45-46.
12. Ильиных А., Корнильцев Ю., Астафьев В., Мойсейченков Н., Скоробогатов А. Первый российский сверхмощный буровой насос УНБТ-1600. Заводские испытания // Бурение и нефть. – 2006. - №6. – с. 18 – 19.

13. Михеев Н. Технология очистки буровых растворов с использованием центробежного полнопоточного фильтра // Бурение и нефть. – 2005. - №3. – с.34.
14. Роджерс Д., Смит. Д., Фоут Г., Мачбэнкс У. Замкнутая буровая система: альтернатива резервуарам для шлама // Нефтегазовые технологии. - 2007. - №4. – с. 22-26.
15. ГОСТ 12.1.003-2014 Шум. Общие требования безопасности.
16. ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ. Вибрационная болезнь. Общие требования.
17. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
18. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
19. ГОСТ 12.1.010–76 ССБТ. Взрывобезопасность.
20. Трудовой Кодекс Российской Федерации.
21. ПБ 08-624-03. Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности.
22. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
23. ГОСТ 12.3.003-75 ССБТ. Работы электросварочные. Общие требования безопасности.
24. РД 34.21.122-87. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений.
25. ГОСТ 17.2.1. 03-84. Охрана природы. Атмосфера. Термины и определения контроля загрязнения.
26. ГОСТ 17.4.3.04-85. Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения.
27. <https://studfile.net/preview/6224898/page:35/>
28. <https://studfile.net/preview/6224913/page:29/>
29. <http://kk.convdocs.org/docs/index-104872.html?page=3>
30. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=39367

31. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27531264>

Приложение А
(Обязательное)

MODERNIZATION OF DRILLING RIG'S CIRCULATING SYSTEMS

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ82	Леонов Владимир Олегович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОНД	Минаев Константин Мадестович	К.Х.Н.		

Консультант-лингвист

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИЯ	Гутарева Надежда Юрьевна	К.П.Н.		

Development of a perfect circulating systems drilling device

Definitions

Hoist circulating system: a constituent part of the circulating system designed to perform a specific function (preparation, storage or cleaning of a solution, etc.)

Drilling: a process of a construction of an excavation of a cylindrical form - the well, mine trunk - by the destruction of rocks on a unit.

Boring wash fluid: the multi-component mix used for cleaning of a trunk and a face of the well of cuttings rock, a synonym of the term "drilling mud fluid".

Drilling fluid: polymict used primarily to clean unit and sank from drill cuttings, as well as to perform many other functions.

Shale shaker device - for accelerating the process of drilling fluid treatment via vibrations.

Gas separator - a device for removing gas from the drilling fluid by using screen and centrifugal methods to destroy gas bubbles

Classifier a device for cleaning drilling mud from finely-dispersed sludge via to the centrifugal effect

Mud degasser: a device for removing gas from the drilling fluid via the barometric method of destroying gas bubbles

Disperser: a device for additional grinding clay when preparing drilling fluid based on the collision of two opposite directed jets

Desilter: type classifier to remove the sludge particles from a solution of up to 0.03 mm -0.05

Batch box: a tank to keep and mix the mud and feed it to the well.

Agitator: a device for a preparing the drilling fluid

Mud desander: a type classifier to remove the sludge particles from a solution of up to 0.08 mm -0.09

Mud agitator: a device for mixing the drilling mud, from the batch box

The well is a cylindrical rock working in the earth's crust, constructed without an access to it by a person who is characterized by a relatively small diameter in the comparison with its length

The level gauge is an instrument for industrial measurement or monitoring of liquid and bulk solids in tanks, storages, process units, etc.

Level of the assortment of production: quantity of production at which the achievement is considered, that the company has a broad-spectrum in the given conditions

Filter press device designed for fine purification of process where liquids are used in secondary showdown and for the repairing of oil and gas wells

Centrifuge: the device for removal from a chisel solution muck with the size of the particles up to 0,01-0,002 mm due to the use of the centrifugal effect.

Foundry the basic division of the industrial enterprise developing semi-finished items or end production, carrying out the isolated part of a work cycle of manufacturing of production.

Circulating system: a complex of mechanisms and the equipment, included in the structure of the complete set of chisel installation and intended for preparation, storage, and clearing of a chisel solution, as well as for the performance of a set of other functions.

A slurry of rock particles of different dispersity, which are the result of its destruction.

Slurry barn construction, formed as a result of excavation works, used for dumping and storage of the drilling cuttings and the drilling mud until their recycling.

Slurry pump: a device designed for pumping hydraulic mixtures pumps with a small solid fraction, including the drilling mud.

Introduction

Recently the energy complex has played an important role in the economy of the Russian Federation, the fuel and energy complex plays one of the most important roles. The oil and gas industry takes a special place in it. Despite the economic crises, the oil price drop, and the reduction in the volume of well construction, drilling will always be relevant to hydrocarbon production. In the 21st century, the science of drilling is developing at a tremendous pace. The level of production of works 20 years ago is incomparable with the current one. Equipment is constantly being modernized, drilling companies are taking a course to improve the culture of production, introduce new technologies, and gradually reduce the share of manual labor in the total amount of work. But some problems remain relevant for many years.

One of such problems is the imperfection of the circulation systems used, both in drilling and in well overhaul.

Within the framework of the final qualifying work, it is supposed to fulfill the theoretical, analytical, and practical parts. The theoretical part will address the most acute problems associated with the current level of production of the circulating systems.

The main problems associated with the circulation systems

The constructive imperfection of the existing circulation systems. This disadvantage affects the increase in costs during the drilling process, which mainly

results in the overuse of chemical reagents to control the properties of the drilling mud because of its poor-quality cleaning. [2]

Slow introduction of the new technical and technological solutions into production. Domestic manufacturers of the equipment and drilling companies, in contrast to the foreign companies, behave excessively conservatively.

The most acute and important problems that have a significant impact on the technological and economic indicators of the drilling efficiency were considered. In the work, it is supposed to bring the author's solution to these problems with the subsequent introduction of for improvement in the domestic practice of drilling.

Cleaning of a trunk of the well – the major factor providing successful drilling and defining the quality of the cementating operations at the final stage of its construction. Therefore, the main functions of the circulating system of the drilling rig have to be at such level that within the geological specifications of drilling the objectives of the most high-quality cleaning of the well from the rock cuttings and prevention of the possible complications and accidents were achieved.

The circulating system represents the complex of the mechanisms and equipment included in the structure of a set of the drilling rig [1].

- to prepare and store drilling mud fluid of the set density and quality;
- to supply a solution to the well;
- to process drilling mud fluid;
- to purify drilling mud fluid from cuttings-laden drilling mud;
- to decontaminate drilling mud fluid (if necessary);
- to pulp filling process of the solution to the well when raising pipes;
- to remove slime in a dump or on disposal

The presence of sludge in the washing liquid has a harmful effect on its technological properties and leads to a deterioration of the technical and economic parameters of drilling. Thus cleaning of drilling fluid from the solid, liquid, and gaseous impurities are of the special importance.

In order to reduce or eliminate environmental pollution during the drilling, the structure of the circulating system includes the devices that prevent a leakage of the drilling mud into the ground and collect and process it.

Also in the new circulation systems, the requirements for maintaining a high level of the production culture and level of labor are of great importance.

When drilling in the water protection zones, the discharge of the cuttings from the drilling rig should be completely excluded, a special system of sludge removal for discharging drilling waste into the car body or an intermediate hopper with subsequent removal of the sludge for its processing and utilization is included in the structure of the CS. If necessary (by the requirements of environmental authorities), the quality of drilling mud cleaning is brought to practically technical water by including special coagulation and flocculation units in the CS that works within the centrifuges

Circulation systems are most conveniently classified by functional and structural characteristics, as well as by belonging to a particular type of drilling rig [3].

Classification by the type of the drilling rig

1. For Bush drilling-circulation systems made in a modular design on the rail supports;
2. For stationary drilling rigs-circulation system that runs on stationary supports;

3. For the mobile installations-mobile circulation systems on wheels or tracks, in block-modular design (differ from the above smaller dimensions).

Classification by the design features.

This classification is based on the difference between the circulation system and the method of transport to the place of use, i.e. to the field.

1. Large block;
2. Block-modular;
3. Block.

In addition, circulation systems are divided by capacity. Block-modular circulation systems are installed in factories with the laying of all the process pipelines and electrical communications, followed by a quick connection, which reduces the time spent on initial and repeated installations on the drilling site.

In recent years, due to increased attention to environmental safety during drilling operations, as well as an increase in drilling volumes from offshore platforms, a new classification of circulation systems has appeared.

Classification of ventilation systems according to the method of waste disposal.

1. Circulation system for drilling with a slurry barn – before drilling, earthworks are carried out to equip the slurry barn, the place where the sludge and spent drilling mud will be dumped. After drilling, the waste is disposed of, sometimes the Sha is simply buried. This fact makes such CS dangerous for the environment, since the drilling mud is a complex physical and chemical mixture of various substances and chemicals that can be very toxic.

2. Circulation system for drilling without slurry barns-used for drilling at sea, as well as in places with special requirements for environmental protection. However, these circulation systems are not widely used, as they require additional

expensive equipment, and the technology of waste disposal and neutralization is not reliable and requires high costs.

This section describes the main types of circulation systems, as well as the criteria for their classification.

Shale shakers.

The shale shakers are components drilling mud cleaning which used for purification of drilling mud fluid of particles cuttings well drilling. Shale shaker is the first stage of the process, purifies solution from 10 - 20% larger than the sludge 75-100 microns. Shale shakers are involved in the large part of the mud cleaning from cuttings, this most widespread means of purification of drilling mud fluid, so they should be given special attention.

This article presents the shale shakers classification according to the type of screens set, the type of oscillations and the number of cleaning levels.

In the process of shale shakers operation, like in case with any other equipment, failures occur. Failures caused by shale shaker work in quite difficult conditions: the cleaning solution contains many impurities that contribute to corrosion of metal, abrasive particles in solution, lead to hydroabrasive wear mesh, negative impact on the shale shaker has a vibration. An analysis of possible shale shakers failures has been conducted, on the basis of which the classification of the failures has been developed.

The main directions for shale shakers improvement have been considered: the transition from the flexible stretching screen cassetts to framed screen cassettes, general using of shale shakers as a part of mud cleaners and the improvement of mud cleaning efficiency by changing the type and frequency of oscillations.

New drilling equipment for the circulation systems

This vibrating sieve is simple in concept, but a bit more complicated to use efficiently. A wire-cloth screen vibrates while the drilling fluid flows on top of it. The liquid phase of the mud and solids smaller than the wire mesh pass through the screen, while larger solids are retained on the screen and eventually fall off the back of the device and are discarded. Smaller openings in the screen clean more solids from the whole mud, but there is a corresponding decrease in a flow rate per unit area of wire cloth. Hence, the drilling crew should seek to run the screens (as the wire cloth is called), as fine as possible, without dumping whole mud off the back of the shaker. It used to be typical for drilling rigs to have only one or two shale shakers, modern high-efficiency rigs are often fitted with four or more shakers, thus giving more area of wire cloth to use, and giving the crew the flexibility to run increasingly fine screens. AKROS applies the most advanced technologies manufacturing various screen panels designed for shale shakers with mesh sizes from API 20 to API 400. We also offer screen panels for all models of the screen shakers manufactured by Brandt, Derrick, M-I SWACO, KEMTRON, etc. AKROS can fabricate customized screen panels, with sizes and specifications as requested by clients. Four-sided tension of the screen plates is used during the fabrication of the screen panels. The screen plates can be fabricated with both square and rectangle mesh shapes. The special plugs for isolation of the ruptured mesh areas can be used to extend service life. Screen panels 20-50 API have a double layer design, screen panels 60-325 API have a triple layer design. The first layer of the screen panel plate is made of SS304 grade steel, the second and the third layers of the screen panel plates are made of SS316L grade steel. The framed screen panels – the frame is made of composite materials resistant to aggressive of drilling moods. The storage life of the screen panels with a composite frame is over 5 years. Composite frame screen panels have an effective area of 10-20% larger than metal framed screen panels. High-quality fiberglass is used to improve the temperature rating of the composite

material, the composite frame maintains its properties under the temperature of up to 140 degrees Celsius.

AKROS offers high-efficiency AKR-series centrifuge of different configurations that are designed for high-efficiency separation of solids, barite recovery during drilling. It can also be combined with flocculation and coagulation unit during dehydration. High-efficiency centrifuges AKR-453, AKR-553 are designed specifically for the processing of large volumes of drilling mud.

Variable frequency drive supplied with centrifuge allows setting the required parameters and conducting monitoring within the required range according to the drilling conditions:

- bowl rotation speed;
- differential speed;
- feeding pump capacity.

Automatic control and regulation are conducted via a programmable logic controller with sensor display which enables regulation of the centrifuge operation parameters according to changing conditions of drilling. A variable frequency drive is manufactured by the world-leading manufacturers: ABB and Siemens.

AKROS offers AKR series mud hoppers, designed and manufactured to enable rapid and efficient dosing and mixing of chemical and additives while preparing and maintaining a drilling fluids. The function of the hopper is based on the Venturi effect, when the pressure of the flowing liquid is reduced by passing through a restriction, which allows you to add appropriate doses of polymers, barite, bentonite and other powder additives. The hopper can be placed on the skids with a centrifugal pump, which simplifies the installation of drilling mud cleaning equipment on the rig. The mechanical drilling mixers are designed to prepare drilling fluids and maintain their required characteristics. They facilitate even mixing of dirt

and additives, preventing local over-treatment with chemicals. Among other things, the drill mixers keep the weight in suspension and minimize sludge deposition.

- high power of the electric motor, from 3 to 22 kW;
- wide range of blade sizes;
- two-row paddle mixers can be supplied as an option.

AKR series vacuum degassers can meet the needs of any application. It is usually installed after the shakers. Each degasser effectively and efficiently removes gases from the gas cutting drilling mud, thus ensuring that the appropriate weight of drilling mud is injected into the well. However, degassers can help prevent potential emissions. Unlike a traditional vacuum degasser, the AKR vacuum degasser is a self-contained unit, the AKR vacuum degasser is controlled by a level sensor to protect against liquid suction. The gas-cut sludge is drawn into the degasser by the vacuum created by the regenerative vacuum, without the need for a centrifugal pump. The AKR 270 degasser can act as a large mud agitator that helps processing for the desander and desilter.

A centrifugal degasser is a new type of degasser that specializes in processing gas drilling fluids. It is usually installed after the shale shaker and is widely used in various particle control systems, and it is very important to restore the weight of the drilling mud, maintain the viscosity of the drilling mud, reduce the cost of drilling. Meanwhile, it can be used as a large powerful blender. Its advantages are large capacity, high degassing speed, smaller required area, low power consumption, easy operation and maintenance.

The AKR series screw pump is a single-screw pump. The pump is ideal for feeding into a decanter centrifuge without shifting or mixing the drilling fluid. The main parts are the screw shaft (Rotor) and the screw shaft bushing (stator). Because of the special geometric shape of these two parts, they form a pressure vessel separately. The fluid flows along with the shaft, the internal flow rate is slow, the capacity remains, the pressure is stable, so it will not generate a vortex and mixing.

The pump shaft is made of stainless steel, the AKR series pump is available for option with a full stainless steel housing, it can control the clutch or adjust the speed using a variable speed motor, triangular V-belt, gearbox, etc. The AKR series screw pump has fewer accessories, compact design, small volume, easy maintenance, the rotor and stator are wear-resistant parts of this pump, they are convenient to replace. The stator is made of elastomeric material, so it has some advantages over other pumps for pumping liquids. With high viscosity and solid suspended particles included.

The treatment technology is based on the thermal processes that cause liquids to evaporate from the drilling mud, including hydrocarbons and water. Water first evaporates, turning into water vapor, and hydrocarbons evaporate later, since they have a higher boiling point. Hydrocarbons are separated from water in a two-stage condensation process based on the same principles. The hammer Mill generates a large amount of heat during the grinding process, thus breaking down the sludge and removing liquids, including pore liquids. The design reduces thermal energy to a minimum and simultaneously removes liquid components with the extraction of hydrocarbons for further reuse in the oil-based drilling fluids.

The slime skips are designed for localization and transportation of drilling rocks and other waste generated during well drilling. The design of the slime skips provides super-strong durability and reliability, so slime skips are widely used in offshore drilling, where the most stringent requirements are applied. Due to the portability of the equipment and ease of installation, drilling mud collected in the skips can be transported by water, as well as by road and rail. The slurry skips can be used at extreme temperatures from minus 40°C to plus 50°C without compromising the strength and sealing properties.

The f-1000 triplex mud pump is manufactured from a robust Factory design and is designed for optimal performance in severe drilling conditions. It is compact and takes up less space, but provides unparalleled performance. The pumps are based on several decades of design and manufacturing experience and are considered

leaders in this field. The triplex design provides an inherently balanced build. No additional balancing is required for smooth operation. No inertia forces are transmitted to the pump mounts.

F-series Nov pumps are moderate rated performance at relatively low rpm. This reduces the number of load reversals in highly stressed components and increases the service life of the end parts of the fluid due to conservative speeds and operation of the valves.

The forged steel cylinders are identical and interchangeable. The liners and pistons can be checked without disassembly. The one-piece piston rod, exhaust filter, sleeve, piston and piston rod are removed and replaced through the front of the pump.

The suction degasser is integrated into the suction manifold to reduce the pressure surges. F-1000 cylinders are chemical Nickel-coated to slow down corrosion. The power end cap can be removed without disturbing the top-mounted motors with one-piece replaceable eccentric belts.

- Lower speed means longer service life of consumables.;
- Fiber frame;
- Low weight-to-power ratio;
- Christmas tree gears, both pinion and pinion are processed from alloy steel forgings.

References:

1. Fundamentals of Sustainable Drilling Engineering. M. Enamul Hossain, Abdulaziz Abdullah Al-Majed. 2015. –p. 785.
2. Drilling Fluids Processing Handbook. ASME. 2005, Elsevier Inc.
3. Reference book 2017, Elsevier Inc. –p. 729.
4. Circulating system . Johannes Fink. 2015, Elsevier Inc. –p. 817.

5. Bulatov A. I. Drilling of horizontal wells: a reference guide. – Krasnodar: Sovetskaya Kuban, 2008, 424 p.

6. Abubakirov V. F. drilling, anti-blowout, and wellhead Equipment: a reference guide, Vol. 1. - M: Gazprom, 2007. - 732 p.